Modificación de conducta

El condicionamiento de los sistemas internos de respuesta

Víctor Manuel Alcaraz

trillas

MODIFICACIÓN
DE CONDUCTA

El condicionamiento de los sistemas internos de respuesta

Víctor Manuel Alcaraz

A pesar de la evidente dificultad para predecir el comportamiento del hombre, la cual muchos investigadores consideran insalvable, en laboratorios de todo el mundo se ha venido desarrollando paulatinamente una tecnología de la conducta, gracias a la cual hoy día es posible modificar el propio actuar humano. Desde principios del siglo XX, habiéndose empezado a vislumbrar tal posibilidad, empezaron a darse los primeros pasos a fin de evitar que el hombre continuara siendo un mero objeto del embate de las circunstancias. Los conocimientos ya adquiridos acerca de las leyes que rigen su conducta, ofrecen al ser humano la oportunidad de ejercer un control cada vez mayor sobre aquélla.

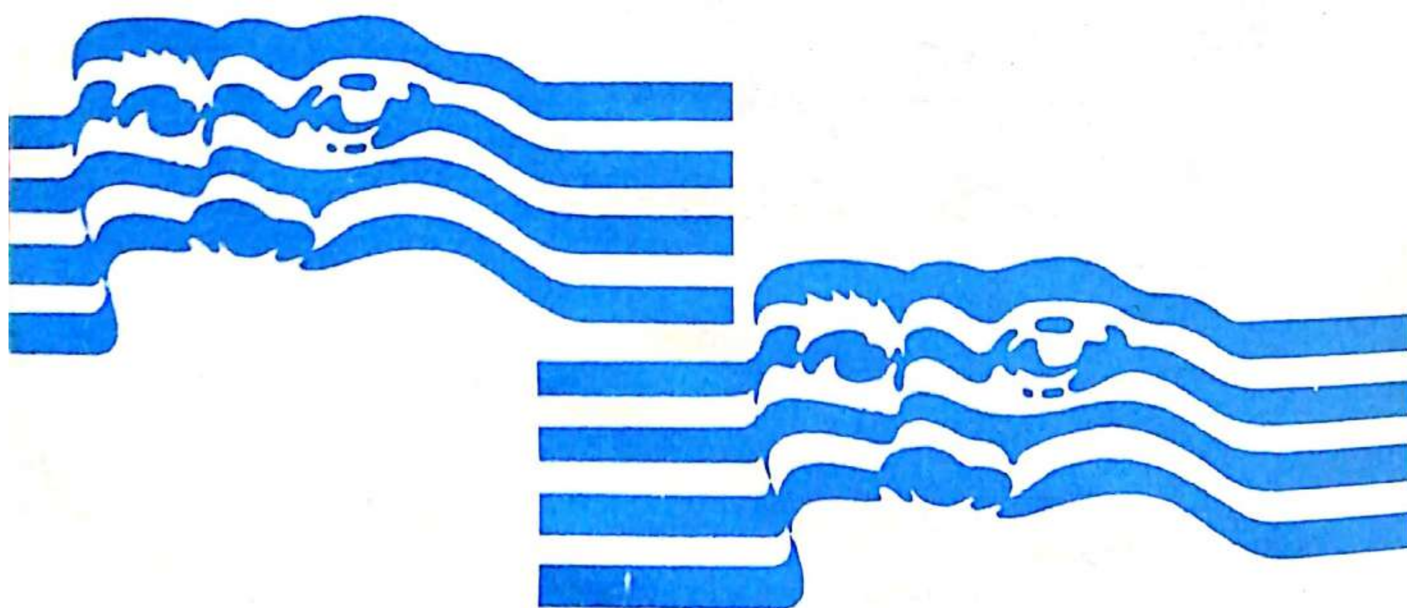
En esta obra se han reunido los trabajos expuestos en el IV Simposio Internacional sobre Modificación de Conducta, dedicado al condicionamiento de los sistemas internos de respuesta. A lo largo del texto se revisan los principales sistemas de respuesta a los que se ha aplicado dicha técnica, y se efectúa un análisis de los fundamentos teóricos y experimen-







Traducción: **Xóchitl Gallegos Bañuelos**



Modificación de conducta

El condicionamiento de los sistemas internos de respuesta

Víctor Manuel Alcaraz



Editorial Trillas
México, 1979

Primera edición, marzo 1979

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial. Reg. núm. 158

Impreso en México

Prólogo

Nuestro siglo ha sido testigo de un desarrollo tecnológico extraordinario, mismo que ha permitido un dominio cada vez mayor sobre la naturaleza. Puede decirse ahora que la realidad ha quedado en gran parte sometida a los esfuerzos del hombre.

Si bien por lo que respecta al medio ecológico las perspectivas no son alentadoras, en virtud del abuso al que lo hemos sujetado, es dable que tengamos todavía una esperanza, pues la conciencia que se adquiere ante lo que nosotros mismos destruimos nos puede permitir que variemos el curso de los acontecimientos.

Esa perspectiva optimista no alcanza todos los campos de la realidad, en vista de que existe todavía una parte en el ser humano que sistemáticamente elude cualquier intento de control. Ese sector inabordable lo constituyen nuestros propios actos, el quehacer cotidiano que se manifiesta en el curso de las relaciones que el hombre establece con sus semejantes. En el perímetro en el que se ejecutan nuestras acciones, una especie de velo se halla tendido y aún cuando podemos conjeturar la conducta de los demás, el margen de error de las suposiciones que hacemos es bastante amplio.

A pesar de esa dificultad para la predicción del comportamiento, que muchos consideran insalvable, en los laboratorios del mundo entero ha venido desarrollándose, poco a poco, una tecnología de la conducta, gracias a la cual hoy en día es posible modificar el propio actuar humano.

Fue a principios del siglo XX cuando esa posibilidad comenzó a vislumbrarse. En los laboratorios de Pavlov y Thorndike se asentaron los cimientos de una tecnología que poco a poco nos permitirá, evitar que seamos un mero objeto de lo que desde nuestra perspectiva sería el embate ciego de las circunstancias. Paso a paso, el conocimiento que hemos adquirido acerca de las leyes que rigen nuestra conducta nos va ofreciendo la oportunidad de ser los actores de nuestra propia vida. La queja de Macbeth, en la tragedia shakespeariana, de que

nos movemos loca y torpemente como un borracho, sobre un tablado oscuro, llegará a olvidarse en un futuro tal vez no muy lejano.

En la medida en que adquiramos un saber más preciso con respecto al carácter determinante que tienen nuestras acciones, nos convertiremos en árbitros de nuestro destino.

Debemos mencionar que es a Skinner a quien debemos esa nueva perspectiva ante el devenir humano, pues tanto él como su escuela se han preocupado por desarrollar esa tecnología que permite ejercer un cierto control sobre la conducta.

Si bien las acciones más gruesas y de fácil observación son las que están sometiéndose a un control, recientemente seguían escapándose a nuestras posibilidades de control algunos de los fenómenos de la conducta que ocurren en el interior de nuestro organismo.

Por ejemplo, dentro del tejido epidérmico se escapaban, y para ser justos, todavía no son plenamente conocidos, toda una serie de fenómenos que no acertamos a aprehender con la ayuda de los esquemas del conocimiento vigente en nuestra sociedad. No obstante, tenemos a la mano una herramienta forjada en los laboratorios de Pavlov: el condicionamiento.

Si nos hubiésemos tomado el trabajo de buscarla, nos habríamos percatado de que estaba muy cerca de nosotros y que, además, había sido ya empleada en los trabajos pioneros de Krasnagorski, que posteriormente se continuaron en el Instituto de Investigaciones de Konorski. La obra de Bykov nos muestra un claro ejemplo de cómo las técnicas de condicionamiento pueden emplearse para modificar la conducta de nuestros órganos internos.

Sin embargo, a pesar de esos antecedentes, no fue sino hasta principios de la década de los setenta y finales de los sesenta que resurgió, por lo menos en occidente, el interés por estudiar las posibilidades de reacción de los órganos internos. Antes de esa fecha se consideraba al sistema nervioso autónomo como un sistema sujeto a determinaciones sumamente fijas; se suponía también que el logro de la homeostasis, o sea el equilibrio interno en el organismo, requería de respuestas inmodificables.

La clínica médica y psicológica debería haber puesto en tela de juicio muchos de esos conceptos, pues las enfermedades llamadas psicosomáticas mostraban desajustes en los órganos viscerales que no se debían a perturbaciones estructurales del sistema; es decir, en un buen número de dichos trastornos no se encontraban causas orgánicas para el problema.

De la misma manera, el término de *autónomo*, con el que se bautizó al sistema, aludía al hecho de que no estaba sujeto a modificaciones

debidas a cambios externos. En el dominio de la psicología, la errónea y apresurada división que hace Skinner con relación a que el sistema músculo-esquelético podía condicionarse operantemente, mientras que el sistema del músculo liso sólo era condicionable por medio de métodos pavlovianos, contribuyó más aún a emitir conceptualizaciones que después se comprobó eran meros prejuicios.

En occidente fue Neal Miller quien rompió con esa barrera conceptual que se había formado en los estudios sobre el sistema nervioso autónomo. A los trabajos en los que demostró el condicionamiento operante de las respuestas viscerales, siguió una serie de investigaciones, y el interés que despertó entre los investigadores, alcanzó tal incremento que incluso marca una etapa de la inquisición en psicología.

De los trabajos de Miller se extrajo un principio, el de la retroalimentación biológica, que constituye la base de todo el condicionamiento visceral.

La retroalimentación biológica es un procedimiento mediante el cual se presentan al organismo las variaciones que se producen en sus sistemas de respuesta, y que se manifiestan en forma de estímulos aplicables a modalidades sensoriales que antes no afectaban. Por ejemplo, una modificación visceral puede ser traducida en estímulo sonoro o luminoso; de este modo se consigue que el organismo mantenga un cambio, que sin la retroalimentación hubiera permanecido como aleatorio.

Debe añadirse que el principio de la retroalimentación biológica había sido desarrollado ya por Anokhin en la Unión Soviética, como fundamento mismo de la actividad de los sistemas de respuesta del organismo.

Para Anokhin, cualquier reacción requiere que se detecten tanto la amplitud y fuerza con la que se produce, como las consecuencias que origina. Por esa razón, el organismo cuenta, a nivel estructural, en su anatomía misma, con sistemas de aferentación en retorno que muestran las características que es posible reconocer en el desarrollo de las acciones.

Existen órganos con sistemas de aferentaciones en retorno muy completos, mientras que otros las tienen reducidas; a estos últimos, entre los cuales están comprendidos los órganos viscerales, es posible, proporcionarles la aferentación en retorno o la retroalimentación biológica que les hace falta, y de esa manera aumentar, mediante la tecnología moderna, sus posibilidades de variación.

Todo el movimiento que se engloba bajo el término de retroalimentación biológica se apoya en ese sencillo principio. Cuando se hace condicionamiento visceral se está recurriendo a un mecanismo

fisiológico básico, lo que significa a su vez una ampliación muy importante del campo de trabajo del psicólogo, quien en adelante podrá llevar a cabo estudios más completos acerca de la conducta de los organismos y aprovechar así sus investigaciones a fin de descubrir la causa de muchas perturbaciones, como las psicosomáticas, que antes eran difícilmente analizadas sin una metodología experimental rigurosa y precisa. Asimismo, las posibilidades de implantar tratamientos, apoyándose en las técnicas de retroalimentación biológica, quedan también abiertas para el psicólogo.

En este libro se reúnen, atendiendo a ese creciente interés que han adquirido los métodos de retroalimentación biológica, los trabajos presentados en el IV Simposio Internacional sobre Modificación de Conducta, dedicado precisamente al condicionamiento de los sistemas internos de respuesta.

Los capítulos que constituyen este libro, a su vez conforman una revisión de los principales sistemas de respuesta a los que se ha aplicado dicha técnica; así, también se presentan análisis de las bases teóricas y experimentales que sustentan el condicionamiento.

Esperamos que la obra sea de utilidad a los especialistas en la ciencia de la conducta, ampliando los horizontes en los que pueden plantearse sus investigaciones.

El libro está dedicado a Ralph F. Hefferline, cuyo trabajo póstumo aquí publicamos. Una enfermedad respiratoria acabó con la vida de este investigador cuando regresaba a Nueva York, después de haber asistido al simposio. Sirvan pues estas líneas como último homenaje a quien, con su trabajo experimental, aportó datos muy importantes a la ciencia de la conducta.

Víctor Manuel Alcaraz

Índice de contenido

E. N. Sokolov, destacado investigador soviético, presenta en este capítulo los mecanismos neurofisiológicos del reflejo de orientación.

Dicho reflejo constituye la reacción mediante la cual el organismo se prepara para captar las estimulaciones ambientales, constituyendo además la base del condicionamiento. Sin reacción de orientación no hay posibilidad alguna de condicionar una respuesta.

En el esquema de Sokolov el reflejo de orientación surge cuando la estimulación que recibe el organismo no coincide con un modelo que de la misma se ha formado en el sistema nervioso.

En los primeros trabajos de este investigador, el modelo no era otra cosa que el patrón de actividad que se constituía en una red de neuronas cuyo disparo recurrente se desencadenaba por la propia acción del estímulo. El modelo se integraba gracias a la repetición del estímulo. La modificación de alguna de las características del estímulo daba lugar a que el patrón de actividad resultara en discrepancia con las nuevas activaciones producidas por aquellos parámetros del estímulo que se habían cambiado. La falta de equiparación entre el modelo y la actividad producida por el nuevo estímulo, originaba el reflejo de orientación.

En sus trabajos más recientes, reseñados en el artículo que aparece en esta obra, Sokolov ha ido más allá. Ahora encuentra que el modelo del estímulo puede formarse incluso a nivel de una neurona aislada. Sabemos que a cada neurona llegan ramificaciones de muchas otras más y que el disparo de la neurona en cuestión se produce cuando es sumada la actividad local en los contactos sinápticos con esas ramificaciones. Si cada contacto sináptico representa la actividad de un receptor particular, o un detector de rasgos, y si a una neurona convergen varios detectores de rasgos que dan cuenta de los distintos parámetros del estímulo, puede verse cómo el conjunto de contactos sinápticos constituirá el modelo del estímulo. El reflejo de orientación surgirá ahora por una discrepancia entre puntos sinápticos activados por el estímulo recurrente y puntos sinápticos activados por el nuevo estímulo. Estamos pues ante uno de los análisis más acuciosos y detallados de la actividad del sistema nervioso, que sirve para los fines de la adaptación.

E. N. Sokolov
Universidad de Moscú, U.R.S.S.

EXTINCIÓN SELECTIVA DEL REFLEJO DE ORIENTACIÓN

El registro poligráfico de las respuestas somáticas, vegetativas y electroencefalográficas en el hombre y en los animales ha mostrado que cada estímulo nuevo evoca un reflejo de orientación que implica movimientos oculares, alteraciones cardiacas y vasculares, activación de la respuesta galvánica de la piel (RGP) y del EEG. Tal respuesta múltiple de orientación no tiene una zona reflexogénica específica; puede ser evocada por estímulos novedosos de diversas modalidades. El reflejo de orientación difiere de los reflejos adaptativos específicos y de los reflejos defensivos en que llega a extinguirse con la repetición del estímulo. El rasgo más prominente del reflejo de orientación es la selectividad de la extinción con respecto a las propiedades del estímulo que se aplica repetidas veces. Cuando se logra la extinción, la modificación de cualquiera de los parámetros del estímulo evoca un reflejo de orientación que es más notable cuanto mayor es la discrepancia entre el estímulo novedoso y el estímulo que se presentó durante el procedimiento de la extinción. Esto indica que el reflejo de orientación no se pone en marcha por el estímulo mismo, sino que es disparado por las señales resultantes del apareamiento del estímulo novedoso y las huellas producidas por el estímulo repetido. El estímulo puede poseer las siguientes propiedades: intensidad, color, posición o duración. El cambio en cualquiera de los parámetros del estímulo da lugar a la recuperación de la respuesta de orientación extinguida.

La respuesta de orientación será más notoria cuanto mayor sea el número de parámetros del estímulo que cambien simultáneamente.

El factor tiempo se considera también como otro parámetro del estímulo susceptible de producir habituación.

Así, la prolongación y la reducción del tiempo de permanencia de un estímulo dispara la respuesta de orientación en el momento en que el estímulo de prueba no coincide con la duración del estímulo estándar empleado para la habituación.

La extinción selectiva del reflejo de orientación es una evidencia de que a través de las presentaciones repetidas del estímulo se construye un modelo neuronal en el sistema nervioso central (SNC), en el que se fijan todos los parámetros del estímulo (Sokolov, 1960, 1963).

El reflejo de orientación surge como resultado de la falta de apareamiento entre el estímulo nuevo y el modelo neuronal que se formó previamente. El modelo neuronal del estímulo incorporado al reflejo de orientación representa un filtro autoajustable que bloquea en forma selectiva la excitación que surge de los estímulos presentados repetidamente. De esta manera, el reflejo de orientación se convierte en un regulador que resalta los estímulos nuevos que llevan información al organismo.

EL REFLEJO DE ORIENTACIÓN AL NIVEL DE UNIDADES SIMPLES

Las presentaciones repetidas del estímulo producen dos tipos de reflejos estables: (adaptativos y defensivos) y habituables (de orientación). Se puede suponer que hay redes neuronales estables, base de los reflejos adaptativos y defensivos, y redes neuronales habituables, sustrato del reflejo de orientación. El reflejo de orientación debe tener un sistema caracterizado por una habituación selectiva.

Esta suposición fue estudiada en animales utilizando registros extracelulares de unidades nerviosas aisladas durante la presentación repetida de los estímulos. Se comparó la dinámica de las respuestas de las neuronas localizadas en los sistemas visual y auditivo con la de las neuronas hipocámpicas. Para ello se utilizan luces intermitentes y clicks sonoros. Se descubrió que las descargas en espiga de las neuronas localizadas en la vía visual no se habitúan a las luces intermitentes, ni las neuronas auditivas a los sonidos. Dichas neuronas estables representan tal vez varios tipos de detectores de rasgos. En los casos en los que se descubre, esta habituación es parcial. Se concluyó que las neuronas auditivas y visuales no se encuentran directamente incorporadas a un sistema con características habituables, de

ahí que cuando reciben una señal novedosa inespecífica la sumen a las respuestas directas dadas por las neuronas aferentes.

Las neuronas que mostraron, a nivel conductual, todas las características del reflejo de orientación, estuvieron localizadas en el hipocampo dorsal (Vinogradova y col., 1970). Se distinguieron dos tipos de neuronas: activadas (A) e inhibidas (I). Las neuronas respondieron a diferentes modalidades de estímulos. En el transcurso de la presentación repetida de los estímulos, la inhibición en las neuronas I y la activación en las neuronas A fue selectiva con respecto a los estímulos empleados para la habituación. Una ligera modificación en los parámetros del estímulo dio lugar a la evocación de una descarga en espiga. Esta respuesta a la novedad estuvo caracterizada por excitación en las neuronas A y por inhibición en las neuronas I. La habituación selectiva en la descarga en espiga en cada neurona del hipocampo dorsal reproduce la habituación selectiva del reflejo de orientación a nivel conductual: en cada neurona del hipocampo el modelo neuronal del estímulo es construido en forma paralela e independiente.

Los datos obtenidos llevaron a las siguientes conclusiones:

1. Las fibras terminales de varios detectores estables de rasgos convergen en una sola neurona del hipocampo dorsal.
2. El modelo neuronal del estímulo es reproducido por separado en cada una de las neuronas A e I.
3. La señal de la no-coincidencia entre un estímulo nuevo y el modelo neuronal del estímulo surge independientemente en cada neurona del hipocampo, la cual funciona entonces como un detector de novedad.
4. Las señales que surgen de los detectores de novedad parecen ser dirigidas hacia la formación reticular, iniciando diferentes componentes del reflejo de orientación.
5. La activación dependiente de la novedad alcanza los detectores de rasgos específicos, lo que constituye aquella parte de su respuesta que es habituada durante la presentación repetida del estímulo (habituación parcial).

MECANISMOS PARA EL MODELO NEURONAL DEL ESTÍMULO

Los mecanismos que se han sugerido para explicar la habituación selectiva son la potenciación de la inhibición colateral en las interneuronas que, junto con los detectores de rasgos, convergen en paralelo sobre los detectores de novedad (Sokolov, 1970). Otra explicación

se basa en el mecanismo presináptico de depresión autogenerada de la descarga del trasmisor secretado desde las terminales de los axones de los detectores de rasgos que convergen sobre los detectores de novedad. Dicha depresión es producida por la presentación repetida del estímulo (Hora, 1967). De acuerdo con este esquema, la repetición del estímulo da lugar a una modificación en el conjunto de axones terminales, cuyas sinapsis se convierten de sinapsis efectivas en sinapsis no efectivas. No obstante que la sensibilidad de los puntos subsinápticos de la membrana no se altera, podría suponerse que, en lugar de ese mecanismo presináptico de la habituación, los procesos postsinápticos son de vital importancia. Para solucionar ese problema se requirió hacer un estudio intracelular de la habituación. Como el registro intracelular prolongado en los mamíferos es muy dificultoso, se llevó a cabo la investigación en moluscos, en los que se observa la extinción selectiva de las respuestas conductuales.

De esta manera, las neuronas de los moluscos gigantes permiten demostrar la habituación sináptica empleando un registro intracelular (Tauc, 1967).

Para estudiar directamente la participación de la célula postsináptica en el proceso de la habituación empleamos pulsos de corriente inyectados en la célula a través de microelectrodos intracelulares. Se estudiaron aquellas neuronas de moluscos caracterizadas por presentar potenciales endógenos de marcapaso conformando oscilaciones sinusoidales. El paso de una ligera corriente catódica iniciaba las ondas del marcapaso; si el cambio despolarizante sumado a las oscilaciones del marcapaso alcanzaba el umbral de disparo, se iniciaba la generación de espigas. La presentación repetida de las estimulaciones catódicas intracelulares a intervalos de un minuto se manifestaba en la disminución de la respuesta del marcapaso, a pesar de que el cambio despolarizante permanecía inalterado. Sin embargo, no puede decirse que esta habituación de la respuesta del marcapaso haya sido un proceso de fatiga, pues cuando la corriente se aumentaba, se producía recuperación de la respuesta. La habituación de la neurona a la corriente intracelular está determinada por mecanismos neuronales endógenos, y podría ser llamada habituación endoneuronal (Pacula, Sokolov, 1973). Resulta muy interesante que la habituación se lleve a cabo bajo el nivel fijo de potencial de membrana y un cambio despolarizante constante.

Los experimentos muestran que el potencial del marcapaso puede ser controlado por un cambio en el potencial de la membrana evocado sinápticamente. En muchos casos, este cambio de potencial de membrana evocado sinápticamente permanece inalterado durante la pre-

sentación repetida de los estímulos ortodrómicos o naturales, lo cual significa que la habituación no se produce en la unión sináptica. El número de espigas del marcapaso disminuye con la presentación repetida de los estímulos, debido a la habituación del mecanismo del marcapaso. De esta manera, el potencial postsináptico estable viene a ser cada vez menos efectivo con respecto al mecanismo del marcapaso, demostrándose así una habituación similar a la habituación que se produce con las inyecciones intracelulares de corriente.

HABITUACIÓN DEL MARCAPASO DE LA NEURONA POR LA APLICACIÓN MICROIONTOFORÉTICA REPETIDA DE ACETILCOLINA

Después de demostrar la habituación endoneuronal a la corriente inyectada, y de encontrar evidencias de habituación en la respuesta del marcapaso bajo una amplitud constante del potencial postsináptico, estudiamos la habituación mediante la aplicación directa de acetilcolina en el soma de la neurona. La etapa inicial del experimento consistió en diferenciar la habituación del mecanismo del marcapaso, del efecto clásico de desensibilización. Se administró acetilcolina iontoforéticamente en el soma de la neurona D del *Helix pomatia*, a través de una micropipeta y se consideró como una sinapsis artificial a la conjunción de la pipeta llena de acetilcolina y el locus sensible a dicha sustancia en la membrana del soma.

La aplicación de acetilcolina en la membrana de la neurona marcapaso D resulta en una onda de despolarización acompañada de oscilaciones y espigas en el marcapaso.

Cuando hay desensibilización en la neurona debido a la aplicación repetida de acetilcolina, la amplitud de la onda de despolarización disminuye en forma continua. La disminución de la despolarización producida por la acetilcolina provoca una reducción de la activación del marcapaso. Finalmente, la despolarización ocasionada por la acetilcolina desaparece y no se recupera ni aun después de 10 minutos de reposo.

La desensibilización se caracteriza por su selectividad; el cambio de la posición de la punta del microelectrodo en la membrana da lugar a la recuperación de la despolarización generada por la acetilcolina y a la activación del marcapaso.

Durante las aplicaciones repetidas de acetilcolina en la neurona en la que no se produce un efecto de desensibilización, la onda des-

se basa en el mecanismo presináptico de depresión autogenerada de la descarga del trasmisor secretado desde las terminales de los axones de los detectores de rasgos que convergen sobre los detectores de novedad. Dicha depresión es producida por la presentación repetida del estímulo (Hora, 1967). De acuerdo con este esquema, la repetición del estímulo da lugar a una modificación en el conjunto de axones terminales, cuyas sinapsis se convierten de sinapsis efectivas en sinapsis no efectivas. No obstante que la sensibilidad de los puntos subsinápticos de la membrana no se altera, podría suponerse que, en lugar de ese mecanismo presináptico de la habituación, los procesos postsinápticos son de vital importancia. Para solucionar ese problema se requirió hacer un estudio intracelular de la habituación. Como el registro intracelular prolongado en los mamíferos es muy dificultoso, se llevó a cabo la investigación en moluscos, en los que se observa la extinción selectiva de las respuestas conductuales.

De esta manera, las neuronas de los moluscos gigantes permiten demostrar la habituación sináptica empleando un registro intracelular (Tauc, 1967).

Para estudiar directamente la participación de la célula postsináptica en el proceso de la habituación empleamos pulsos de corriente inyectados en la célula a través de microelectrodos intracelulares. Se estudiaron aquellas neuronas de moluscos caracterizadas por presentar potenciales endógenos de marcapaso conformando oscilaciones sinusoidales. El paso de una ligera corriente catódica iniciaba las ondas del marcapaso; si el cambio despolarizante sumado a las oscilaciones del marcapaso alcanzaba el umbral de disparo, se iniciaba la generación de espigas. La presentación repetida de las estimulaciones catódicas intracelulares a intervalos de un minuto se manifestaba en la disminución de la respuesta del marcapaso, a pesar de que el cambio despolarizante permanecía inalterado. Sin embargo, no puede decirse que esta habituación de la respuesta del marcapaso haya sido un proceso de fatiga, pues cuando la corriente se aumentaba, se producía recuperación de la respuesta. La habituación de la neurona a la corriente intracelular está determinada por mecanismos neuronales endógenos, y podría ser llamada habituación endoneuronal (Pacula, Sokolov, 1973). Resulta muy interesante que la habituación se lleve a cabo bajo el nivel fijo de potencial de membrana y un cambio despolarizante constante.

Los experimentos muestran que el potencial del marcapaso puede ser controlado por un cambio en el potencial de la membrana evocado sinápticamente. En muchos casos, este cambio de potencial de membrana evocado sinápticamente permanece inalterado durante la pre-

sentación repetida de los estímulos ortodrómicos o naturales, lo cual significa que la habituación no se produce en la unión sináptica. El número de espigas del marcapaso disminuye con la presentación repetida de los estímulos, debido a la habituación del mecanismo del marcapaso. De esta manera, el potencial postsináptico estable viene a ser cada vez menos efectivo con respecto al mecanismo del marcapaso, demostrándose así una habituación similar a la habituación que se produce con las inyecciones intracelulares de corriente.

HABITUACIÓN DEL MARCAPASO DE LA NEURONA POR LA APLICACIÓN MICROIONTOFORÉTICA REPETIDA DE ACETILCOLINA

Después de demostrar la habituación endoneuronal a la corriente inyectada, y de encontrar evidencias de habituación en la respuesta del marcapaso bajo una amplitud constante del potencial postsináptico, estudiamos la habituación mediante la aplicación directa de acetilcolina en el soma de la neurona. La etapa inicial del experimento consistió en diferenciar la habituación del mecanismo del marcapaso, del efecto clásico de desensibilización. Se administró acetilcolina iontoforéticamente en el soma de la neurona D del *Helix pomatia*, a través de una micropipeta y se consideró como una sinapsis artificial a la conjunción de la pipeta llena de acetilcolina y el locus sensible a dicha sustancia en la membrana del soma.

La aplicación de acetilcolina en la membrana de la neurona marcapaso D resulta en una onda de despolarización acompañada de oscilaciones y espigas en el marcapaso.

Cuando hay desensibilización en la neurona debido a la aplicación repetida de acetilcolina, la amplitud de la onda de despolarización disminuye en forma continua. La disminución de la despolarización producida por la acetilcolina provoca una reducción de la activación del marcapaso. Finalmente, la despolarización ocasionada por la acetilcolina desaparece y no se recupera ni aun después de 10 minutos de reposo.

La desensibilización se caracteriza por su selectividad; el cambio de la posición de la punta del microelectrodo en la membrana da lugar a la recuperación de la despolarización generada por la acetilcolina y a la activación del marcapaso.

Durante las aplicaciones repetidas de acetilcolina en la neurona en la que no se produce un efecto de desensibilización, la onda des-

polarizante permanece inalterada. Sin embargo, debe decirse que la contribución de las ondas del marcapaso se reduce notablemente. La disminución de la respuesta del marcapaso corre paralela a la disminución en la generación de espigas. Al final dejan de generarse espigas a pesar de la amplitud constante de la despolarización originada por la acetilcolina. Un descanso de sólo un minuto permite que se recuperen, a la aplicación de acetilcolina, las ondas y espigas del marcapaso.

Al volverse a repetir la secuencia de aplicaciones de acetilcolina, la respuesta del marcapaso desaparece de nuevo. En estos casos la amplitud de la onda inducida por la acetilcolina permanece constante, demostrándose que no se trata de un efecto de desensibilización. La habituación del marcapaso es selectiva con respecto a la localización de la membrana afectada por la acetilcolina. La dislocación de la punta del microelectrodo en la superficie de la membrana resulta en la evocación de la respuesta del marcapaso.

De esta manera, si la membrana de la neurona marcapaso no demuestra un efecto de desensibilización, y la amplitud de la despolarización de la acetilcolina permanece constante, la activación de las ondas del marcapaso puede disminuir o ser completamente eliminada. La dinámica de la habituación de la respuesta del marcapaso a la acetilcolina coincide con la habituación endoneuronal de la neurona a las inyecciones intracelulares de corriente eléctrica.

En el esquema de la habituación basado en los mecanismos presinápticos, el modelo neuronal del estímulo está representado por un conjunto de terminales axónicas modificadas por una depresión autogenerada de la descarga del trasmisor. Los experimentos con aplicaciones de acetilcolina demuestran la selectividad de la habituación con respecto al punto en el que se aplica la acetilcolina. Esta selectividad de la habituación está determinada por un proceso local que modifica el efecto de la corriente dependiente de la acetilcolina en los mecanismos del marcapaso. De esta manera, la habituación se puede desarrollar localmente en el punto en el que se aplica la acetilcolina. El conjunto de localizaciones en la membrana de la neurona integradora representa una matriz sobre la que puede fijarse el patrón de entrada de las señales. Las terminales axónicas de diferentes detectores de rasgos se proyectan hacia diversas localizaciones de la neurona integradora. En otras palabras, las distintas vías aferentes se encuentran especificadas con respecto a su localización en la membrana de la neurona integradora. Un estímulo que posee un conjunto determinado de rasgos activará ciertos detectores de rasgos que proyectará a un conjunto de localizaciones en la membrana de la neu-

rona integradora. La presentación repetida de un estímulo modificará un conjunto de localizaciones correspondientes a los detectores de rasgos activados. Este patrón de localizaciones modificadas en la membrana de la neurona integradora constituye una representación a nivel neuronal del modelo neuronal del estímulo. Un cambio en el estímulo se manifestará en la activación de un nuevo conjunto de detectores de rasgos. El trasmisor actuará ahora sobre nuevas localizaciones que aún no han sido modificadas porque las terminales que llegan a ellas no se habían activado. La respuesta neuronal será más marcada mientras más localizaciones nuevas entren en acción. El número de localizaciones nuevas reclutadas en la respuesta depende del grado de novedad del estímulo.

CONCLUSIÓN

La contribución del mecanismo endoneuronal para la formación del modelo neuronal del estímulo fue estudiado mediante inyecciones catódicas intracelulares, repetidas en las neuronas de moluscos. La respuesta de marcapaso de la neurona a la inyección catódica, se habituó a pesar de la amplitud constante de la despolarización. La respuesta se recuperó después de un descanso y tras una estimulación de mayor intensidad. Esta habituación parece depender de un mecanismo interno de la neurona, por lo que podría llamarse habituación endoneuronal. Para evaluar la participación de la habituación endoneuronal en la respuesta que depende del trasmisor, se aplicó acetilcolina microintoforéticamente en el soma de la neurona D. Se observó que la despolarización producida por la acetilcolina resultaba en una aceleración de las oscilaciones del marcapaso. Durante las aplicaciones repetidas de acetilcolina, la respuesta del marcapaso disminuyó a pesar de la estabilidad del cambio despolarizante originado por la acetilcolina. Esta habituación fue selectiva con respecto a la localización del punto en el que se aplicaba la acetilcolina. El cambio en el punto de aplicación de la acetilcolina daba lugar al restablecimiento de la respuesta del marcapaso. En condiciones naturales, el cambio en la localización de la aplicación de acetilcolina corresponde al cambio del contacto sináptico reclutado por un estímulo novedoso a través de un detector de rasgos. Un conjunto de localizaciones en la membrana de la neurona integradora, modificada por la presentación repetida del estímulo, representa un modelo neuronal del estímulo. La respuesta de la neurona integradora es directamente proporcional al número de nuevas localizaciones invo-

lucradas en la acción. La respuesta de la neurona se produce por el cambio en el estímulo y la falta de coincidencia con el modelo neuronal formado durante las presentaciones repetidas del estímulo original. De esta manera, el marcapaso de la neurona es de naturaleza plástica. La neurona, al recibir en su membrana las terminales de los detectores de rasgos, se constituye en un detector de novedad.

BIBLIOGRAFÍA

Horn., G. Neuronal mechanisms of habituation. Nature. Londres, 215, 706-711, 1967.

Pacula, A. y Sokolov, E. N. Habituation in Gastropoda: Behavioral, interneuronal, and endoneuronal aspects. En: Habituation, vol. 2. Physiological substrates. Academic Press. Nueva York y Londres, 1973.

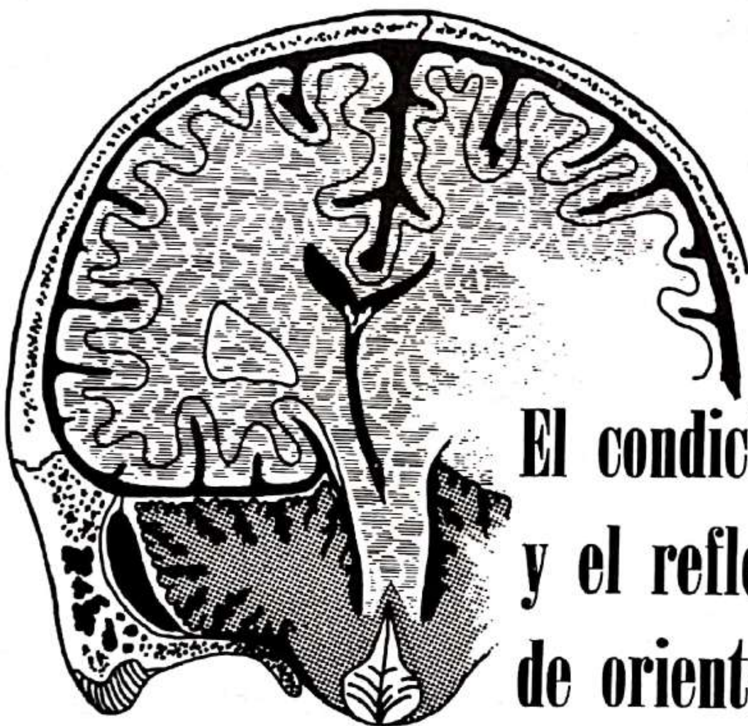
Sokolov E. N. Neuronal models and the orienting reflex. En: The central nervous system and behavior. M.A.B. Brazier, (dir.), vol. 3, págs. 187-276. Josian Macy, Jr. Found. Nueva York, 1960.

Sokolov Ye. N. Perception and conditioned reflex. Pergamon Press. Oxford, 1963.

Vinogradova, O. S. Semyonova L. P y Konovalov V. Ph. Trace phenomena in single neurons of hippocampus and mammiliary bodies. En: Biology of memory. K. Pribram y Broadbent (dirs.). Academic Press, págs. 191-235. Nueva York y Londres, 1970.

Tauc, L. Physiology of the nervous system. En: Physiology of mollusca, vol. 2. K. M. Willbur y C. M. Young (dirs.). Nueva York. Academic Press, págs. 387-454.

2



El condicionamiento y el reflejo de orientación

Atendiendo a los componentes del reflejo de orientación y a la forma como se suceden los estímulos en el condicionamiento clásico y operante, se presenta en seguida un análisis de los mecanismos mediante los cuales se adquieren las respuestas. En el modelo se hace notar la similitud estructural que existe entre reacciones condicionadas e incondicionadas.

La descripción que se presenta del establecimiento de la conducta discriminativa sirve para que se comprenda la conducta integrada en general.

Asimismo, la presentación detallada de los procesos del condicionamiento ayuda a entender los principios en los que se basan las técnicas de la retroalimentación biológica.

V. M. Alcaraz
Universidad Nacional Autónoma de México

Condicionamiento clásico y operante han sido mecanismos propuestos para explicar la adquisición de las respuestas por parte de los organismos. Los procedimientos desarrollados por Pavlov (1960), cuando concibió la transferencia de propiedades evocativas de los estímulos como una función básica que debería satisfacerse para "establecer el equilibrio dinámico con el ambiente", y las condiciones experimentales especificadas por Skinner (1938), al fijar la frecuencia de las respuestas como dato esencial que necesitaba recogerse para hacer un análisis adecuado de la conducta, representan los modelos experimentales más precisos para el estudio del comportamiento. Sin embargo, en torno de esos esquemas se han pretendido sustanciar procesos que van más allá de la mera tipificación de las manipulaciones de las variables que de los mismos se derivan. Se habla así, por un lado, de maniobras de evocación que consisten en presentar estímulos antecedentes a las respuestas. Por otra parte, se conceptualizan los cambios en la probabilidad de emisión de una respuesta como producto del manejo de estímulos consecuentes a la conducta. Aunque esas dos distinciones se mantienen, sobre todo por el uso, el hecho es que, en estricto rigor, la investigación experimental no ha podido diferenciar a las respuestas de una manera que sea suficientemente clara en términos de sus modos de evocación. Sobre todo, los datos experimentales de los laboratorios de Europa Oriental (Bykov, 1956; Adam 1967) puestos de nuevo en vigencia gracias a la obra de Miller (1969) (véase cap. 3), en la que se demuestra el condicionamiento instrumental de las llamadas respuestas autónomas, han venido a constituir una ayuda para la corrección del planteamiento equivocado de mecanismos adquisitivos distintos, deducidos de pro-

cedimientos experimentales que se diferencian solo por el momento temporal en el que introducen la variable independiente.

En realidad, falta por hacerse, un análisis profundo del proceso de adquisición de las respuestas, aunque para ello basta integrar un buen número de datos experimentales existentes.

Aun cuando es factible, con los hallazgos de investigación que ahora se tienen, llevar a cabo la tarea de sistematización que está pendiente, antes es necesario poner dentro de una perspectiva más amplia el proceso que será objeto de nuestros análisis.

SISTEMAS DE RESPUESTA DE LOS ORGANISMOS

Los seres vivos están constituidos por múltiples sistemas de respuesta. Para definirlos, es necesario situar al organismo dentro de un medio. Las relaciones que se establezcan entre cierto número de energías físicas y sus correspondientes respuestas son las que van a permitir la definición de los sistemas.

Las energías físicas pueden dimensionalizarse y de igual manera resulta factible individualizar los sistemas en función de sus respuestas a las distintas dimensiones. Las energías físicas constituyen pues, dimensiones de la realidad. Sea entonces E una dimensión cualquiera. E forma un continuo que a su vez puede dividirse en puntos dimensionales E_1, $E_2 \ldots E_n$; por ejemplo, si E es la dimensión color, entonces E_1, $E_2 \ldots E_n$ corresponderán a los distintos colores discriminables (rojo, verde, azul, etcétera).

Las respuestas a E_1, $E_2 \ldots E_n$ forman sistemas R_1, $R_2 \ldots R_n$. Si llamamos R a la categoría general de respuestas a una dimensión, en este caso a la dimensión color, entonces R corresponderá a lo que en psicología clásica se llama modalidad sensorial. R_1, $R_2 \ldots R_n$ serían, de acuerdo con esto último, las respuestas propias de la modalidad visual. El defecto de esta conceptualización radica en el hecho de que las modalidades son categorizadas de una manera muy amplia. La modalidad visual está compuesta por respuestas a muchas dimensiones, como podrían ser, entre otras, color (ya citada), luminosidad u orientación angular. Cada categoría general de respuestas a una de tales dimensiones puede considerarse como una modalidad. Lo anterior significaría que la modalidad visual está integrada por muchas modalidades y de hecho eso es lo que se afirma en la neurofisiología moderna (Uttal, 1973), en la que se han descubierto receptores que responden de manera específica a las dimensiones físicas. En lo que

se refiere a la modalidad visual, para sólo mencionar algunos, se encuentran: receptores para el color (Mac Nichol, 1964), para la orientación angular (Lettvin, 1969) o para el movimiento (Baumgartner, 1964).

Resultados idénticos se han obtenido en la investigación de otras modalidades, que han terminado por subdividirse en otras aún más específicas (Uttal, 1973).

Lo anterior significa que la psicología clásica, al correlacionar modalidades sensoriales con dimensiones físicas, hizo una generalización bastante grosera, pues toda una constelación de dimensiones fue agrupada en una sola modalidad.

De todas maneras, la respuesta que damos a las energías ambientales parece integrar las distintas dimensiones captadas, es decir, las R, no se dan aisladas a cada punto dimensional, sino que forman un todo. Sobre esa base, simbolizaremos con $\mathcal{E}$ a un estímulo pluridimensional y con $\mathcal{R}$ la respuesta que evoca, en la que sabemos se integran varias R.

Para distinguir las diferentes dimensiones físicas, utilizaremos letras (a, b, $c \ldots n$). Los puntos en los que se subdividen los continuos dimensionales serán designados, como se hizo en párrafos anteriores, por un numeral.

De ese modo, tendremos que con los símbolos Ea, Eb podremos denotar a la dimensión color y a la dimensión orientación angular, respectivamente. Una especificación mayor la haríamos agregando un numeral. Así, $Ea1$ y $Eb1$ podrían significar un color verde y una línea recta horizontal (0°), $Ra1$ y $Rb1$ serían las respuestas correspondientes a dichas dimensiones. Si queremos hacer una relación de las distintas modalidades nos veremos obligados a investigar cuál es la posibilidad de que un organismo capte determinada energía física; para lo cual tendremos que fijar los parámetros físicos en los que ocurren las energías que manejemos. Si se separan simplemente bandas de energía radiante, gradientes de deformación mecánica, ondas de compresión y rarefacción, rangos de energía cinética y formas de composición química, podremos tener un acercamiento más riguroso hacia el problema.

Conforme al uso de Sherrington (1906), las modalidades se dividen en las que sirven a la exterocepción, las que fundan la interocepción y las relacionadas con la propiocepción.

Las exteroceptivas constituyen los famosos cinco sentidos: visión, audición, tacto, gusto y olfato. La interocepción corresponde a los receptores viscerales, y la sensibilidad propioceptiva a los receptores de músculos y articulaciones. La consideración de sólo esas modali-

dades sensoriales resulta, como lo acabamos de ver, a todas luces inadecuada y se apoya más bien en preconcepciones que nos han sido legadas por nuestras comunidades lingüísticas.

Si se desea, puede estarse de acuerdo con Sherrington, pues este autor, al hacer su clasificación de exterocepciones, propiocepciones e interocepciones, sólo tuvo en cuenta los lugares en los que se ubicaban las fuentes estimulativas dentro y fuera de los límites impuestos por el tejido epidérmico. Sin embargo, al hacer una especificación como la que estamos proponiendo, el análisis adquiere mayor consistencia, lo que permite seguir con detalle los procesos de adquisición de las respuestas, los cuales, en el caso de concebirse en la forma como lo hace la psicología clásica, resultan muy difíciles de aprehender.

ADQUISICIÓN DE LA CONDUCTA DISCRIMINATIVA

Cuando se estudia la forma en que se adquiere la conducta discriminativa, nos encontramos con que no se obtiene con las primeras presentaciones del estímulo.

Lo anterior se comprueba cuando se analiza minuciosamente lo que sucede en la interacción $E \rightleftarrows R$, en donde las flechas indican que la relación entre E y R no es unidireccional, sino que E desencadena R, pero al mismo tiempo R propicia cambios en E.

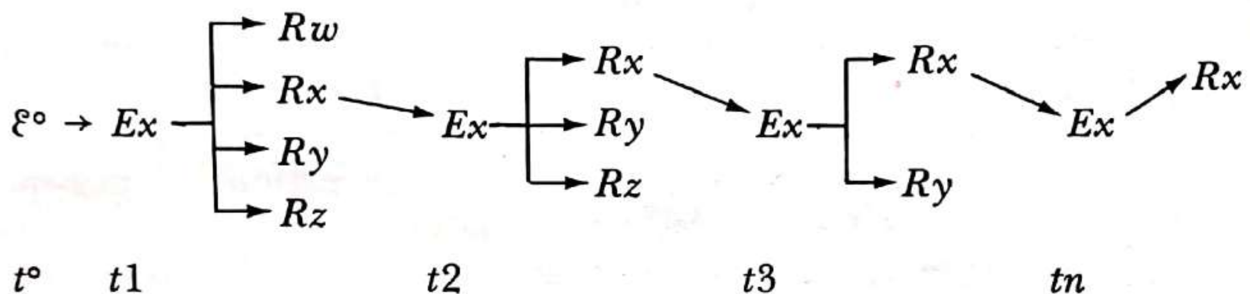
El concepto de interacción así esquematizado se opone a las concepciones de la conducta discriminativa, en la que sólo se tiene en cuenta la modificación producida por los estímulos en los receptores, lo que lleva a suponer que únicamente se originan aferencias, sin que se reconozca el hecho comprobado de que en la discriminación intervienen, en todos los niveles, procesos aferentes y eferentes. Se ha descubierto que los receptores reciben una modulación de las estructuras centrales del sistema nervioso (Granit, 1967) y también ha sido objeto de verificación experimental el dato de que la recepción implica una actividad de la estructura encargada de recoger el estímulo, la cual no se concreta a recibir, sino que en verdad busca al estímulo (Zaporozhets, 1965); es decir, en la conducta discriminativa es difícil separar aferencias de eferencias.

A fin de aclarar la afirmación anterior en la que se establecen como necesarios, cambios en el estímulo para que se asegure la discriminación, expondremos un ejemplo concreto: la discriminación de una sustancia ácida requiere que previamente se le diluya con la saliva, en una proporción en la cual se excluya la eventualidad de que pu-

diera ocasionar algún daño en los tejidos. Si esta modificación del estímulo no se lleva a cabo, se obtiene sólo una respuesta refleja de evitación, que no se ve acompañada por verdaderas discriminaciones. Los procesos son en general bastante complicados, por lo que para describirlos nos apoyaremos en esquemas sirviéndonos de la notación siguiente: sea *ℰo*, un estímulo pluridimensional que constituye una situación antecedente de *Ex*, el cual consiste en un cambio de una de las dimensiones físicas de *ℰo* (para utilizar un ejemplo, *Ex* es una radiación electromagnética en el rango de 600 a 700 nm).

ℛ es la respuesta integrada del organismo a *ℰo*, *Rw, Ry, Rz...Rn* —otras modalidades de respuesta del organismo distintas de *Rx*.

→ indica que el elemento antecedente lleva al consecuente. Entonces, siguiendo la secuencia lineal en el tiempo (*t*1, *t*2...*tn*), tendremos:



Lo anterior significa que sobre un fondo estimulativo (ℰ°) ocurrió, como ya lo habíamos indicado, un cambio (*Ex*), variación que ocurrió en los valores de una dimensión dentro del rango de 600 a 700 nm, y que originó el conjunto de respuestas (*Rw, Rx, Ry, Rz, Rn*).

Esa variación recurrió en el momento *t*2, dando lugar a que se mantuviera la perturbación en el organismo provocada en *t*1. Sin embargo, el número de respuestas que ahora surgieron fue menor, lo que quiere decir que la iteración de *Ex* hace que disminuya el rango de *R*, como se puede ver en *t*3, hasta que en *tn* un solo elemento queda fijado (*Rx*).

Una vez establecida *Rx*, nuevas presentaciones de *Ex* darán lugar a que la secuencia temporal que conduce a la fijación de *Rx* se acorte, hasta el caso ideal (en condiciones especiales de *R*), en el que *Rx* aparece inmediatamente en *t*1.

El ejemplo dentro de la conducta perceptual puede explicarse mediante los esquemas conocidos del condicionamiento. Así, el cambio en ℰ°, lo que despierta es una serie de respuestas inespecíficas que constituyen el reflejo de orientación (*RO*), descrito por primera vez por Pavlov (1960) y estudiado posteriormente por Sokolov (1960, 1963) (véase capítulo 1). Se sabe que la repetición de

un estímulo novedoso lleva a la extinción del reflejo. Sin embargo, la respuesta de la modalidad a la que se liga la estimulación parece ser inextinguible.

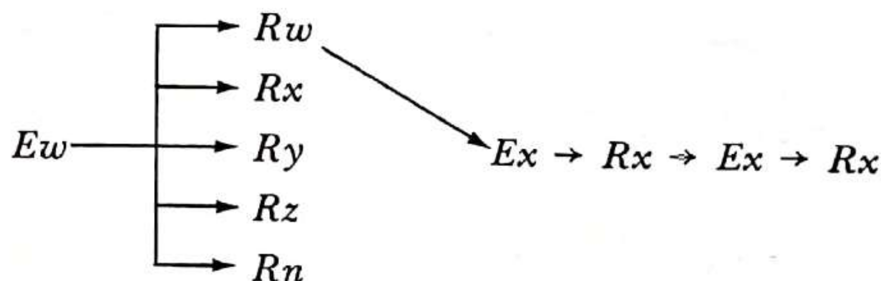
Si el término reforzamiento lo empleamos como lo hace Pavlov (1960), denotando la fijación, el apoyo, que se le da a una respuesta, entonces en nuestro modelo *Ex* mantiene a *Rx* por todo el tiempo en que *Ex* persiste.

Se nos dirá que hacemos violencia a los términos, pues *Ex* refuerza a *Rx* en condicionamiento clásico, cuando *Rx* se da a otro estímulo (*Ew*), que precede en el tiempo a *Ex* en aquellos casos en los que *Ew* nunca antes había producido *Rx*.

Aunque convencionalmente en condicionamiento clásico *Ew* nunca ha producido *Rx*, en realidad esta última respuesta tiene que aparecer evocada por *Ew*, por lo menos una vez para así poder ser reforzada. *Ew* despierta *Rx* como elemento de un reflejo de orientación. En los procedimientos pavlovianos en los que primero se habitúa el reflejo para probar la neutralidad de *Ew* con respecto a *Rx*, esta última respuesta se hace surgir en coincidencia temporal con *Ew*, por su apareamiento con *Ex*, el cual dura un periodo mayor que *Ew*, o sea que se establecen las condiciones para que *Rx* surja y sea reforzada por *Ex*. En general, como dice Sokolov (1963), el condicionamiento no puede establecerce si antes no reaparece el reflejo de orientación, que como ya vimos es una de las condiciones que permite que *Ew* produzca *Rx*.

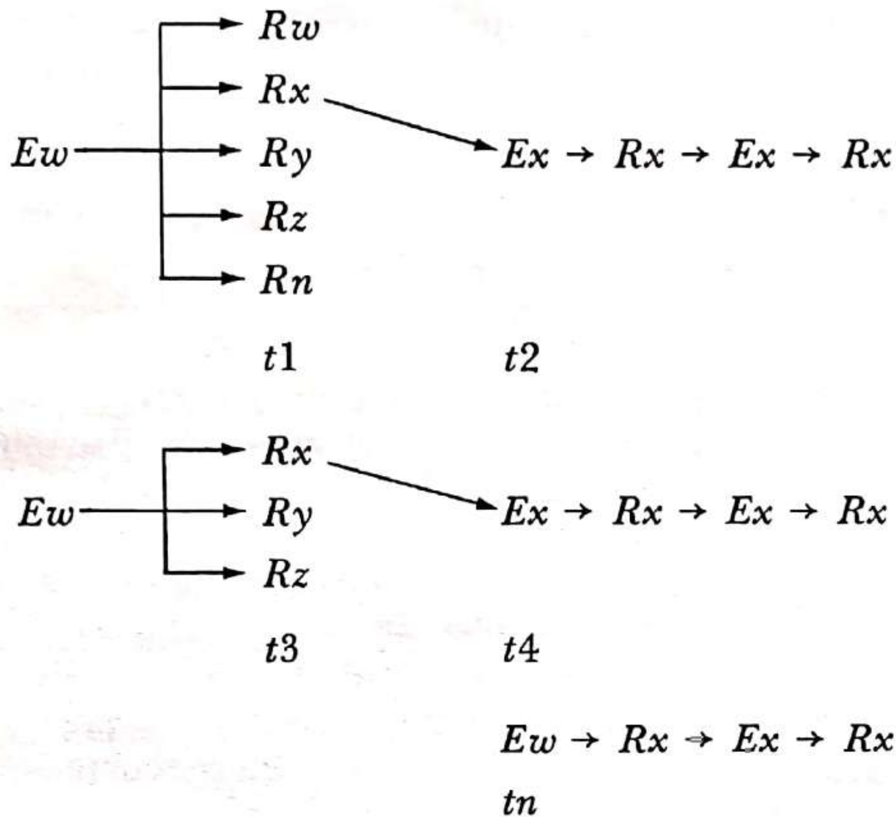
En ese tipo de relación temporal puede decirse entonces que *Ex* refuerza a *Rx*.

De esta manera, el uso de dos dimensiones físicas como estímulos, presentados en sucesión, permite lo siguiente:



En donde *Rw, Rx, Ry, Rz, Rn* son modalidades diferentes de respuesta del organismo, constituyendo en su conjunto el *RO*.

La iteración de *Ex* conduce a que, conforme el modelo presentado primero, *Ew* produzca en *tn* a *Rx* de la manera siguiente:

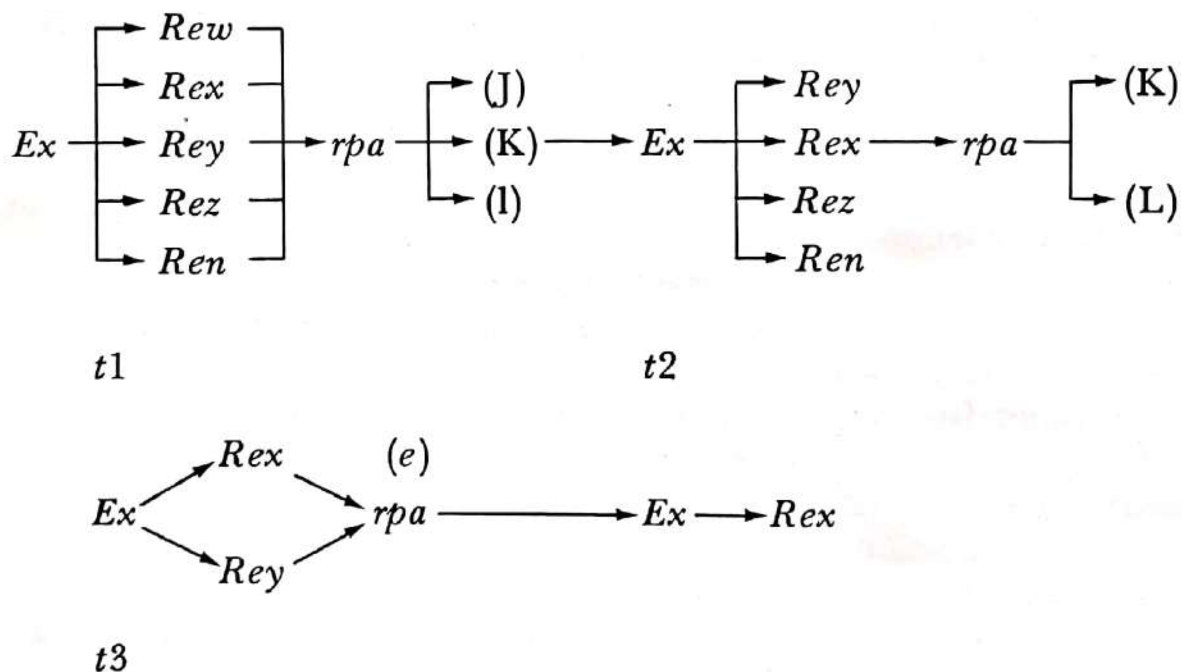


En el esquema anterior, se han puesto en relación dos modalidades, las correspondientes a las dimensiones físicas empleadas. Apoyándonos en nuestras notaciones, no es factible observar cómo en el modelo se consuman los lazos asociativos entre las modalidades. En consecuencia, nuestra manera de describir el fenómeno, necesita ser afinada. Volviendo a nuestro primer ejemplo para una sola modalidad, empezaremos a considerar nuevos elementos que nos serán útiles para considerar lo que constituye el caso típico del condicionamiento pavloviano, la puesta en relación de dos sistemas activados por las dimensiones físicas que actúan en estos. Por el momento dejaremos incompleto el análisis correspondiente, para después tratarlo con un mejor bagaje conceptual.

La discriminación de *E,* independientemente de cuál sea la modalidad involucrada, requiere de acomodaciones motoras, las cuales han sido objeto de acucioso detalle por Zaporoshetz (1965) para la modalidad óptica y para la táctil. En una serie de experimentos, Held (1963) y Riesen (1959) demostraron deficiencias discriminativas por limitación de la actividad motora, por lo que el cuidado que pongamos en no separar aferencias de eferencias, que sirve de base al concepto que manejamos de interacción, nos ayudará a mantener un sólido apoyo experimental.

Como ya lo señalamos, las modalidades generales de visión, audición, olfato, gusto y tacto, cada una de ellas, no son otra cosa que

un conjunto de modalidades específicas organizadas de un modo especial. Las modalidades que maneja la psicología clásica son pues, una integración de otras modalidades. La sola discriminación del rango de energías que nos ha servido para nuestro ejemplo exige, de acuerdo con los trabajos que recién mencionamos, que intervengan aspectos motores correspondientes a los movimientos de acomodación de los ojos. De este modo, entran en acción dos sistemas, uno propiamente aferente, el de la modalidad óptica, y otro eferente, el sistema oculomotor. Sin embargo, el mismo sistema eferente se ve acompañado de aferencias, las que surgen de la actividad muscular y que constituirían las estimulaciones que Sherrington llamó propioceptivas. Por su parte, a las aferencias de la modalidad visual se aúnan eferencias de los sistemas centrales reguladores de la actividad retiniana. Esquematizando: si ahora denominamos *Re* las respuestas que se ligan a las dimensiones físicas que desde el exterior influyen sobre el organismo; *rpa* las respuestas de tipo propioceptivo que en nuestro ejemplo surgen como resultado de las respuestas acomodatorias de las superficies receptoras, entonces tendremos:



Lo que quiere decir que en el sistema motor, las respuestas $rpa^{(J)}$, $rpa^{(K)}$, $rpa^{(L)}$ redujeron la variabilidad de las respuestas exteroceptivas, circunscribiéndola a la captación del estímulo rojo (*Ex*), lo que llevó a que en *tn*, la secuencia quedara:

$$Ex \rightarrow Rex \rightarrow rpa^{(l)} \rightarrow Ex \rightarrow Rex$$

Precisando aún más, el proceso *E* tiene propiedades cuantificables 1, 2, 3, *n* que se representan como valores subumbrales, umbrales y supraumbrales; de ahí que Ex^2 valor umbral, puede llegar a ser a través de $rpa^{(l)}$, Ex^3, valor supraumbral que asegura la plena discriminación en la forma siguiente:

$$Ex^2 \longrightarrow Rex^2 \longrightarrow rpa^{(l)} \longrightarrow Ex^3 \longrightarrow Rex^3$$

en donde los exponentes sobre *Rx* representan valores semejantes a los de las dimensiones externas.

En el esquema del condicionamiento clásico, Rex^2 es una respuesta condicionada (*RC*), la cual es reforzada por Ex^3; $rpa^{(l)}$ sirve para aumentar Rex^2 a los valores de Rex^3, es decir, pone en relación dos valores de *Rex*, o incluso *rpa* puede generar Rex^2. De todas maneras, este último caso sólo lo mencionamos en este punto, puesto que más tarde será tratado con más detalle. Como lo único que hace el reforzamiento es sostener el proceso iniciado por $rpa^{(l)}$ o por Rex^2, lo cual se hace por medio de la influencia directa que ejerce sobre la modalidad cuya activación ha desencadenado, se le llama en este caso, reforzamiento homogéneo.

A fin de que el manejo abstracto de este problema sea mejor comprendido, reseñaremos en seguida la serie real de los fenómenos que ocurren en el organismo durante la adquisición de la conducta discriminativa.

La presentación del *E* rojo da lugar, como ya habíamos dicho, a un *RO*. Si se analiza este reflejo sólo en la modalidad óptica, tendremos las siguientes respuestas.

a) Movimientos oculares que se dirigen a la fuente del estímulo.

b) Apertura de la pupila.

c) Movimientos acomodatorios del cristalino.

d) Activación de las estructuras receptoras en la retina, que incluyen detectores cromáticos, de bordes, de movimientos, etc., es decir, lo que serían las *R* simbolizadas como x, w, y, z,...*n*.

En lo que se refiere al aspecto motor J, K, L designarían los cambios pupilares, las modificaciones del cristalino o la motilidad del globo ocular, respectivamente.

La falta de estímulos dimensionales distintos de los de la dimensión cromática, hace que desaparezcan las activaciones de las estructuras retinianas ligadas a su captación, lo que en nuestro esquema se indica por la supresión de *Rw*, *Ry*, *Rz*... *Rn*.

Para precisar la naturaleza exacta del *E* cromático, hace falta que la tríada de fijación ocular se estabilice a un grado de constricción

pupilar específico, una fijación del ojo en un punto exacto del espacio y una deformación adecuada del cristalino. Si esto no se logra, el *E* se observa borroso, difuminado en el ambiente con sus características cromáticas individuales perdidas. *rpa*[1] denota la estabilización de la tríada de fijación ocular.

Ahora bien, dicha tríada implica delimitar las coordenadas en las que aparece el estímulo en el espacio, asegurándose la discriminación. El proceso puede ocurrir en milisegundos, pero también es factible que suceda durante un periodo muy largo, en aquellos casos en los que el organismo no tiene experiencias anteriores con el *E* en cuestión. Lo importante de nuestras descripciones es que sacan a luz la complejidad de un mecanismo como el de la tríada de fijación ocular, el cual exige el aprendizaje de tres respuestas diferentes que necesitan coordinarse con mucha exactitud. Obviamente, hace falta tiempo para conseguir dicha coordinación de respuestas. A nosotros el proceso discriminativo nos parece natural y automático, sólo porque se produce en milisegundos. Tiene lugar en un periodo tan breve porque los estímulos nuevos en el ambiente no se presentan realmente por primera vez, sino que son excitantes ya conocidos que, en un momento dado, modifican fondos estimulativos más o menos fijos.

En cuanto a los valores de los estímulos o sea sus grados umbral, subumbral y supraumbral, debemos decir que nuestras afirmaciones parecerían claras si a lo que nos estuviésemos refiriendo fuera al hecho de que se puede variar la intensidad del *E* en orden ascendente en los distintos momentos en los que aparece. Sin embargo, tenemos que señalar que aunque eso puede hacerse durante el periodo que se presenta un *E,* nuestro esquema exige que el *E* no cambie sus parámetros físicos.

De todos modos, para el organismo que lo recibe, la presentación inicial del *E* es a veces subumbral, debido a que receptores y tríada de fijación ocular no se hallaban en disposición de captarlo. Una vez hechos los ajustes convenientes, el estímulo pasa a ser umbral y finalmente supraumbral, cuando es objeto de clara diferenciación. Las respuestas acomodatorias del receptor permiten el logro de esto último. La actividad sensorial se precisa por la acción conjunta del estímulo y de los movimientos oculares.

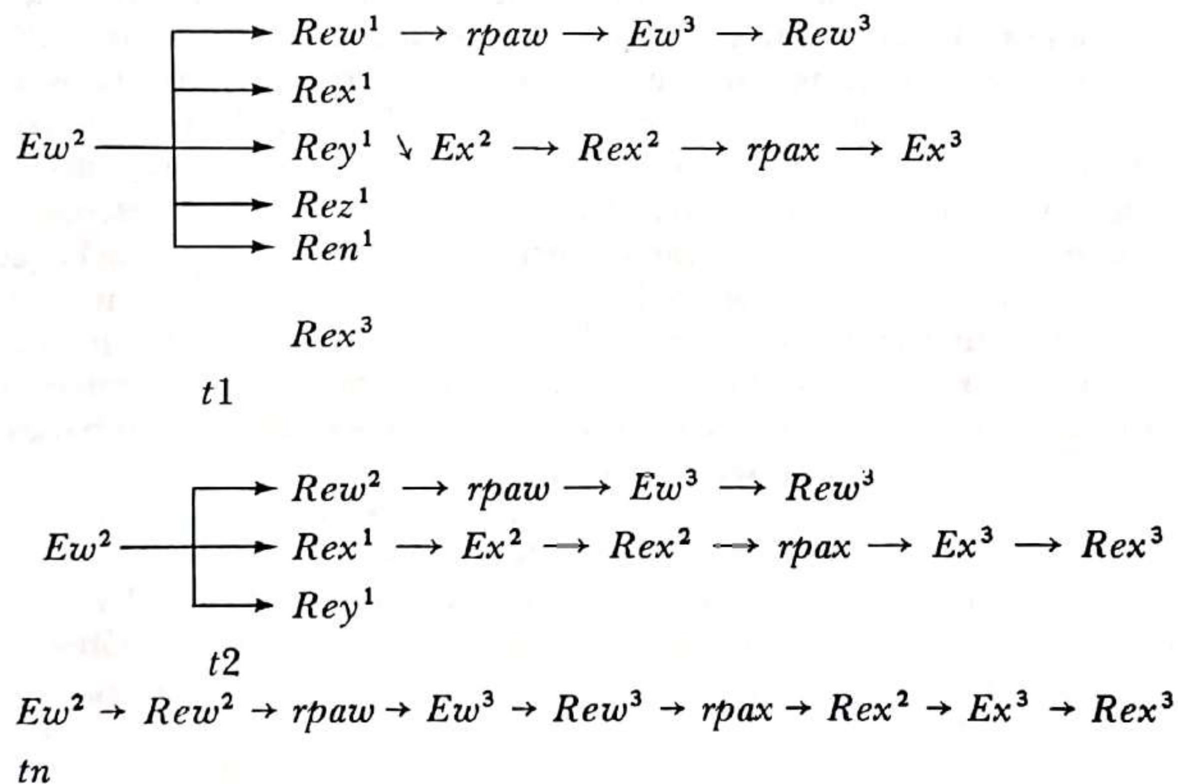
Los mecanismos indicados para la modalidad óptica están presentes también en la conducta discriminativa de otras modalidades sensoriales. De esta manera, la discriminación acústica requiere de ajustes de la membrana timpánica y de estabilizaciones de la cadena de huesecillos del oído medio que se alcanzan gracias a la actividad de los músculos tensor del tímpano y estapedio. También orientaciones

del receptor hacia la fuente del estímulo se hacen necesarias. En los animales estas orientaciones se observan como movimientos de las orejas. En el hombre implican cambios de posición de la cabeza.

Lo esencial en estos procesos es que al principio el estímulo genera una reacción sensorial inespecífica, la cual se va individualizando progresivamente. La permanencia del estímulo en el tiempo refuerza entonces una actividad que comenzó siendo incipiente.

LA ADQUISICIÓN DE LAS RESPUESTAS CONDICIONADAS CLÁSICAMENTE

Cuando nuestro modelo se aplica al caso típico del condicionamiento pavloviano, en el que se ponen en relación dos estímulos en dos modalidades diferentes, entonces tendremos:



en donde *rpaw* y *rpax* son las respuestas acomodatorias que fijaron los receptores *w* y *x* en una posición óptima para la discriminación de las dimensiones respectivas y en ese proceso acomodatorio tendieron a escalar *Re* a los valores apropiados de *E*. Si transformamos los símbolos del esquema anterior en los actos conductuales que se producen durante el condicionamiento, podremos explicar mejor el proceso.

Sea entonces *Ew* una luz que al presentarse por primera vez produce un reflejo de orientación. Los componentes de este reflejo son varios y no sólo se limitan al conjunto de las modalidades sensoriales puestas en actividad dentro de un órgano complejo, digamos el aparato óptico. Como lo ha demostrado Sokolov (1963), el reflejo de orientación lo forman respuestas en casi todos los sistemas. En los receptores se originan respuestas agrupadas bajo el término si se quiere impreciso, de baja en los umbrales para la percepción. Aquí cabe señalar que nuestros considerandos dan una mayor claridad a este concepto, pues lo referimos a los procesos de activación incipiente denotados con el símbolo Re^2. En el reflejo del que hablamos, se dan también respuestas acomodatorias de los receptores, como movimientos oculares o de las orejas, dilatación pupilar, etc. Hay reacciones glandulares, entre ellas salivación, o también respuestas secretorias de las glándulas sudoríparas, las cuales se hallan a la base de los cambios registrados bajo el nombre de respuesta galvánica de la piel. En el sistema cardiovascular se producen igualmente modificaciones, se altera el ritmo cardiaco, se presenta vasodilatación cefálica y vasoconstricción periférica. En los músculos esqueléticos se registran respuestas de contracción, englobadas con el rubro de respuestas β miogénicas, que aparecen 150 mseg después del estímulo y sólo son discernibles mediante electromiografía. Cuando el estímulo que origina el reflejo es de gran intensidad, la respuesta β puede llegar a observarse como un sobresalto. La corteza cerebral constituye el asiento de una desincronización electroencefalográfica o una atenuación de los ritmos dominantes. En fin, podría relacionarse un mayor número de componentes, abarcando a todos los sistemas; sin embargo, para los fines de esta presentación bastan los anteriores.

En el esquema que presentamos anteriormente los componentes se simbolizan como *Rew, Rex, Rey, Rez... Ren.*

En dicho esquema se observa que los componentes del reflejo tienden a desaparecer si no son sostenidos por una estimulación subsecuente; de esta manera sólo se mantienen las respuestas conectadas con *Ew* y con *Ex*. Para seguir precisando nuestros símbolos, *Ex* es comida. La respuesta que evoca será entonces salivación (*Rex*).

El desencadenamiento conjunto de *Rew* y *Rex* determina que una y otra se asocien a partir de las respuestas acomodatorias que permiten su diferenciación. Como vimos antes, sin un proceso acomodatorio previo, la respuesta no llega a especificarse. Entre los sistemas de acomodación del receptor y la actividad sensorial de éste, llegan a constituirse relaciones muy fuertes, tales que la actividad del aparato acomodador principia a generar una reacción de carácter precursor

en el sistema sensorial, proceso al que podríamos denominar descriptivamente como escalamiento de la respuesta por la vía del aparato acomodador. Por otra parte, los sistemas motrices de los receptores y del organismo en su conjunto forman un vasto número de unidades de respuesta que se coordinan entre sí con base en los estímulos provocados directamente por su actividad. La designación de las respuestas acomodatorias como *rpa,* aludiendo así a los estímulos propioceptivos que evocan, resulta entonces tener un fundamento.

De esta manera se establecen durante la adquisición de una respuesta condicionada, lazos entre la actividad acomodatoria de los receptores y las reacciones propias de estos últimos. Podemos encontrar dos respuestas evocadas por un estímulo, la respuesta del receptor y la reacción motriz reflejo incondicionada que se desencadena por la actividad del receptor. Por ejemplo, la comida que se coloca en la mucosa bucal produce respuestas sensoriales de tipo gustativo y, disparada por las respuestas sensoriales, produce conducta salivatoria.

Durante el condicionamiento, las respuestas acomodatorias de los receptores tienden especies de puentes entre distintas actividades sensoriales y sus respuestas reflejo incondicionadas.

La suposición de que las respuestas condicionadas se establecen como producto de la estimulación surgida de los sistemas acomodatorios, fue formulada hace muchos años por Guthrie (1930), quien en polémica con Pavlov (1970), hacía ver que el intervalo temporal entre el estímulo condicionado y el incondicionado era muy grande y que el impulso nervioso podía recorrer en ese lapso varias veces el trayecto que va de los receptores al centro de integración y de éste a los efectores. La teoría de Guthrie recurría al concepto de contigüidad. De esta manera, una respuesta se adquiría por su simple asociación temporal con un estímulo. En el condicionamiento, los estímulos que se vinculan en el tiempo con las *RC* no son los estímulos condicionados (*EC*), sino los estímulos que surgen de los reflejos de orientación hacia los estímulos condicionados. En nuestro esquema proponemos algo semejante, las respuestas de acomodación se asocian entre sí y cada respuesta acomodatoria produce la actividad precursora sensorial y reflejo incondicionada a la que se halla ligada.

Al igual que en el condicionamiento clásico, las dimensiones que se manejan se ubican una en el radio de la exterocepción, o sea, las distintas respuestas sensoriales a los estímulos condicionados, y otra en el de la interocepción, es decir, las respuestas, la mayoría de ellas de tipo glandular que se dan a los estímulos incondicionados, nuestros símbolos pueden especificarse de la siguiente manera: como ya lo hemos venido haciendo, *Re* para la exterocepción; *Ri* para la

interocepción; *Rp* para la propiocepción, y *Ra* para las respuestas acomodativas de las modalidades extero, propio e interoceptiva.

Si se quiere, *Ra* puede especificarse como *rpa* (propiocepción) y *ria* (interocepción).

Entonces tendremos:

$$Ew^2 \rightarrow Rew^2 \rightarrow rpaw \rightarrow Ew^3 \rightarrow Rew^3 \rightarrow rpax \rightarrow Rix^2 \rightarrow Ex^2 \rightarrow Rix^3$$

Hay que agregar que ciertas dimensiones, al interactuar con el organismo, producen cambios en los sistemas nerviosos autónomo, simpático o parasimpático. En general, una actividad parasimpática elevada se liga a situaciones apetitivas, es decir, a aproximaciones del organismo a las fuentes del estímulo, mientras que activaciones simpáticas de gruesa magnitud se vinculan a una condición aversiva o a un alejamiento del organismo a los estímulos. A los tonos simpáticos los denotaremos con $RA-$, y a los tonos parasimpáticos con $RA+$. Los símbolos indican actividades en el sistema nervioso autónomo y los signos + o −, prosecución o evitación de actividades, como consecuencia de uno u otro tono.

Resumiendo, el mantenimiento de la actividad apetitiva en el organismo resulta casi siempre de tonos parasimpáticos (+), y la disminución activa de interacciones con los estímulos aversivos, resulta de tonos simpáticos (−).

Con base en todo lo antes dicho, podemos decir que una misma dimensión física tiene propiedades evocadoras específicas e inespecíficas. Por sus propiedades específicas produce activaciones únicamente en el sistema sensorial con el que se halla vinculada; por sus propiedades inespecíficas origina perturbaciones en todos los sistemas. Dicho de otra manera, un estímulo puede producir una respuesta, no importa cuál, gracias a sus propiedades inespecíficas, cuando genera reflejos de orientación. Esto lo hace porque no ha establecido relaciones privilegiadas con una modalidad; cuando las instaura, gracias a su recurrencia en asociación con las actividades de esa modalidad en particular, entonces manifiesta sus propiedades específicas, las cuales resultan de esas interacciones.

Las magnitudes de la actividad en los sistemas del organismo representan caracterizaciones de la respuesta.

El valor 1 corresponde en general a las activaciones inespecíficas del reflejo de orientación.

El valor 2 a las respuestas condicionadas y el 3 a las incondicionadas (*RI*). 2 y 3 conforman los límites de un rango que se escala a partir del 1, o sea, desde el nivel correspondiente al reflejo de orien-

tación hasta una magnitud dada que es impuesta por los valores de la dimensión.

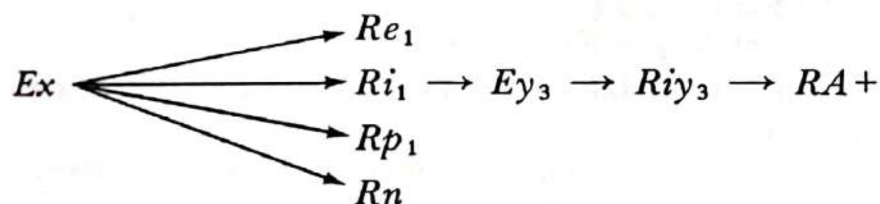
El valor 1 representa inespecificidad o variabilidad, y rango que va de 2 a 3 denota especificidad.

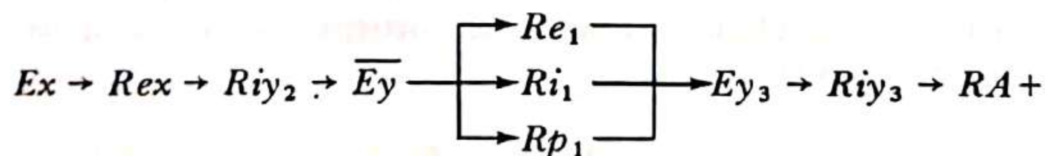
Dos nuevos valores pueden agregarse, 4 y 5. 4 viene a ser una nueva inespecificidad acompañada de $RA-$. Así pues, esta es la expresión de reacciones de alarma que suceden después de un corrimiento de los valores de las dimensiones físicas estimulativas, a sus extremos más elevados de intensidad. 5 es una nueva especificación que se concreta en un reflejo defensivo. (Véase Sokolov para diferencias entre el reflejo de orientación y el reflejo defensivo.) Generalmente el reflejo defensivo se manifiesta como una respuesta específica de evitación del estímulo.

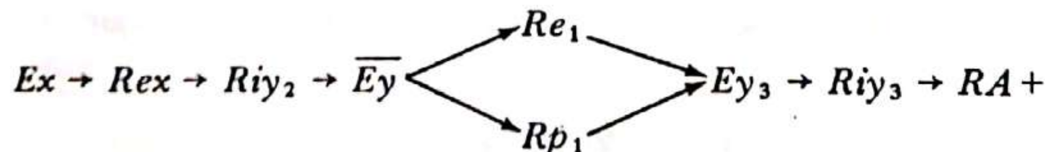
LA ADQUISICIÓN DE LAS RESPUESTAS CONDICIONADAS OPERANTEMENTE

Si lo que hasta aquí hemos estudiado se aplica al caso del condicionamiento operante, el esquema no tiene que sufrir modificaciones importantes.

Dado un *E* que despierta *RO*, tendremos:







$$Ex \rightarrow Rex \rightarrow Riy_2 \rightarrow \overline{Ey} \rightarrow Rp_1 \rightarrow Ey_3 \rightarrow Riy_3 \rightarrow RA+$$

$$Ex \rightarrow Rex \rightarrow Rp_2 \rightarrow Ey_3 \rightarrow Riy_3 \rightarrow RA+$$

En donde $\overline{Ey}$ representa la ausencia del estímulo (y).

$\overline{Ey}$ ocurre después de que Ey_3 había escalado Ri a partir del RO inicial, llevándolo hasta la especificación Riy con el valor 3. En razón de eso y conforme a los mecanismos que ya habíamos visto para el condicionamiento clásico, la nueva aparición de Ex dará lugar a Riy_2, a través de la respuesta propioceptiva acomodatoria correspondiente, pero faltando el E que sostendría el escalamiento, se produce una discrepancia entre la respuesta incipiente y el estímulo que llega, es decir, se está ante un cambio en el medio. Esta condición genera un RO.

La activación inespecífica del organismo así evocada, se correlaciona con una nueva aparición de Ey escalando Riy_1. Una repetición de Ex originará de acuerdo con el esquema del condicionamiento clásico, a Riy_2 con la consecuencia de $\overline{Ey}$. El RO será despertado otra vez, pero ahora perdiendo alguno de sus elementos, los cuales irán desapareciendo uno por uno, hasta que Ey llegue después de la escalación al nivel 2 de sólo uno de ellos, es este caso Rp_2 que corresponde a las respuestas motoras que se condicionan en operante. El reforzamiento en este caso es heterogéneo, pues no es captado directamente por la modalidad excitada inicialmente, sino por Ri, el cual sí resulta escalado de modo homogéneo.

El proceso final en operante termina cuando Rp_2 no es evocada por Ex a través de las respuestas acomodatorias despertadas por Rex, sino por algunos de los valores comprendidos entre Rp_1 y Rp_2 misma, que siempre en forma regular han sido sus antecedentes.

Así, dado Rp_1 se sigue: $Rp_2 \rightarrow Ey \rightarrow Riy_3 \rightarrow RA+$.

En este caso, Rp_1 podría estar comprendida entre los valores de la respuesta β miogénica.

Para el observador de la conducta, la respuesta operante no tiene estímulo antecedente evocador en el medio; sin embargo, si se efectúa un análisis fino, el determinante se encuentra en los propios estados antecedentes del músculo.

Los modelos se corresponden tanto en condicionamiento clásico como en operante, e incluso en lo que se refiere a la evocación de la respuesta incondicionada, pues si nos fijamos en el esquema que representa el proceso bajo las manipulaciones pavlovianas, encontramos:

$$Ex \rightarrow Rex \rightarrow Riy_2 \rightarrow Ey \rightarrow Riy_3,$$

con lo cual nos damos cuenta que a la parte final de dicho esquema habrá que agregarle $Ey_3 \rightarrow Rey_3 \rightarrow Riy_3$, que constituye el modelo del arco reflejo clásico (estímulo → respuesta sensorial → respuesta motora).

Una vez hecho lo anterior, los dos extremos del esquema se equiparan. En operante, a $Rpx \rightarrow Rp_2 \rightarrow Ey_3 \rightarrow Riy_3$ debe agregársele, como en clásico, $Rpx \rightarrow Repx \rightarrow Rp_2 \rightarrow Ey_3 \rightarrow Rey_3 \rightarrow Riy_3 \rightarrow RA+$, y nuevamente ambos extremos del esquema se igualan.

Asimismo, en el modelo de la conducta discriminativa se tienen ambos extremos del esquema con los mismos elementos:

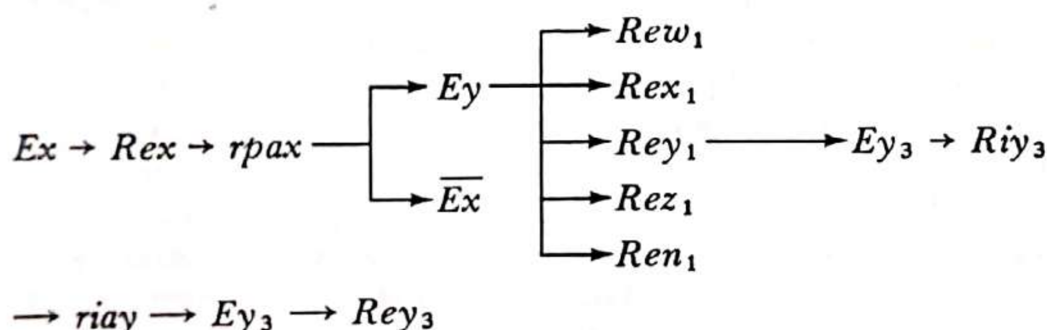
$$Ex_1 \rightarrow Rex_1 \rightarrow rpax_2 \rightarrow Rex_2 \rightarrow Ex_3 \rightarrow Rex_3.$$

Si queremos completar los esquemas con todos los elementos constituyentes, entonces tendremos, para clásico:

$$Ex \rightarrow Rex \rightarrow riay \rightarrow Riy_2 \rightarrow Ey \rightarrow Riy_3,$$

en donde se requiere dar una explicación que, gracias a los elementos adquiridos en el análisis del condicionamiento operante, ya puede proporcionarse.

En el esquema anterior se ve que a *Rex* le sigue *riay* cuando debería sucederle *rpax*. Sin embargo, *rpax* se perdió porque a través del condicionamiento no recibió a *Ex*, sino a *Ey* en la forma siguiente:



Respecto de operante, el proceso completo es:

$$Rpx \rightarrow Repx \rightarrow Rp_2 \rightarrow riay \rightarrow Ey_3 \rightarrow Riy_3 \rightarrow RA+$$

Los procesos en operante han encontrado prueba experimental en lo que se refiere al valor de la estimulación propioceptiva como estímulo evocador, desde la época de Pavlov, en cuyo laboratorio Krasnagorski (citado por Pavlov, 1970) convirtió los movimientos pasivos de flexión de las patas, en *EC* de respuestas salivatorias, viendo posteriormente que los movimientos que fueron seguidos por un estímulo reforzante se ejecutaron después en forma activa.

Konorski (1967), mediante ese tipo de manipulaciones, estableció las bases de lo que llamó condicionamiento del tipo II, el cual se

conoció después en occidente con el término acuñado por Skinner (1938) de condicionamiento operante. Skinner (1972) mismo, en polémica con Konorski, no aceptó que el tipo II de condicionamiento se asimilara a su esquematización del proceso operante, pues el carácter evocado de la respuesta en el procedimiento de Konorski le quitaba la característica que en su forma de conceptualizar el problema, era primordial; es decir, el control a través de estimulaciones consecuentes y no antecedentes. De todos modos, la argumentación skinneriana se basa sobre todo en las inferencias que hace a partir de los procedimientos, por lo que merece la misma crítica que hacíamos al principio de este trabajo; o sea: del procedimiento no puede derivarse lícitamente el proceso si el procedimiento sólo capta el fenómeno en un solo momento en el tiempo. El propio Skinner (1938), en sus trabajos iniciales, señala la existencia de estímulos evocadores, la *e* minúscula que antecede a la *R* en sus primeros esquemas, pero posteriormente dejó de insistir en ese punto, porque supuso, con razón, que la búsqueda de *e* no producía ganancia alguna en cuanto al control que se demostraba sobre la conducta, introduciendo la variable independiente después de la aparición de la *R*.

Konorski quien, como ya vimos, hizo de las estimulaciones propioceptivas *EC* de las operantes, desistió últimamente (1967) a seguir utilizando ese modelo, porque observó que las respuestas salivatorias no mantenían relaciones fijas con las operantes, como era de suponerse si fuera el caso de que las estimulaciones propioceptivas de estas últimas actuaran como *EC.* La dificultad a la que se enfrentó Konorski, es del mismo tipo a la que alguna vez preocupó a ciertos estudiosos como Osgood (1953) quien afirmó que las respuestas autónomas se condicionaban más fácilmente que las esqueléticas. El antecedente de esa aseveración se encontraba en el hecho de que, con los procedimientos pavlovianos, cuando se emplea comida como reforzamiento, siempre se observa salivación y nunca movimientos masticatorios. Konorski y su grupo (1967) resolvieron el problema ajustando los parámetros temporales de introducción del reforzamiento, de manera que si el estímulo reforzante se hace estrictamente contingente en el tiempo con la masticación y no con las respuestas salivatorias, resulta factible registrar como respuesta condicionada, movimientos del aparato masticador. Para ello basta hacer una fístula a través de la cual se introduzca la comida hacia la zona reflexógena de la masticación.

Un análisis paramétrico igual hubiera servido para demostrar que la salivación responde a contingencias temporales. Empero, la prueba experimental más precisa de que los estados antecedentes de un sis-

tema muscular generan las respuestas operantes, fue dada por Hefferline (1958) (véase capítulo 5), quien al condicionar cierta magnitud de contracción muscular, encontró durante la relajación del músculo, fijaciones en el valor de la respuesta reforzada cada vez que se pasaba por los estados de contracción antecedentes a dicha respuesta.

Por lo que respecta a la especificación de operantes por medio del reflejo de orientación, pueden citarse los trabajos sobre automoldeamiento (Brown y Jenkins, 1968), en los que la introducción de estímulos exteroceptivos precediendo a los estímulos reforzantes en relaciones temporales independientes de respuestas de picoteo, de opresión de la palanca o de manipulación de palancas, origina la aparición de estas respuestas de una manera más o menos segura (Sidman y Fletcher, 1968).

Restaría en este caso preguntar qué es lo que determina que en las especies estudiadas una respuesta se moldee en forma preferencial. La respuesta que surge es siempre la que se liga como elemento antecedente a la conducta consumatoria salvo, claro está, en la paloma o en las especies en las que para la consumación (Brown y Jenkins op. cit.) sólo interviene un sistema de respuestas. De todos modos, en organismos como la rata o el mono, la respuesta automoldeada no es la apertura del hocico, sino los movimientos manipulatorios de las extremidades que, por servir tanto para la aprehensión de los alimentos como para llevarlos a la boca, preceden al acto consumatorio. En este caso, parece que nos encontramos ante relaciones temporales bastante precisas entre los estímulos evocadores, los estímulos reforzantes y la conducta, parecidos a los que ya mencionamos respecto de la respuesta salivatoria, y como en esa ocasión, sólo un análisis paramétrico completo de las mismas podrá servir para dilucidarlas.

En todo caso, lo que hemos visto es que en el proceso de adquisición de las respuestas intervienen tres tipos de sistemas: el receptor, el acomodatorio del receptor y el efector. El papel principal le fue adscrito a los sistemas acomodatorios como generadores de los estímulos que evocaban la respuesta condicionada. El reflejo de orientación fue al que se le consideró como la base de los fenómenos condicionados; de ese modo, mediante un sistema estrictamente físico se hizo posible explicar la adquisición de respuestas que sin ese mecanismo modelo, hubiesen sido referidas a los factores de orden teleológico que plagan gran parte de la psicología moderna.

BIBLIOGRAFÍA

Adam, G., *Interoception and behavior,* Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967.
Baumgartner, G., Brown, J. L. y Schulz, A., "Visual motion detection in the cat", *Science,* 1964, *146,* 1070-1071.
Brown, P. L. y Jenkins, H. M., "Auto shaping of the pigeon's key-peck", *Journal of the Experimental Analysis of Behavior,* 1968, *11,* 1-8.
Bykov, C., "L'ecorce cérébrale et les organes internes", Editions en Langues Etrangeres, Moscú, 1956.
Granit, R., *Receptors and sensory perception.* Yale University Press, New Haven, 1967.
Guthrie, E. R., "Conditioning as a principle of learning", *Psychological Review,* 1930, 37, 5.
Hefferline, R. F., "The role of proprioception in the control of behavior", Transactions of the New York Academy of Sciences, 1958, 20, 739-764.
Held, R. y Hein, A., "Movement produced stimulation in the development of visually guided behavior", *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 1963, *56,* 5, 872-876.
Jung, J., "Neuronal mechanisms of pattern vision and motion detection". En Gersuni, G. V. (dir.), Sensory processes at the neuronal and behavioral levels, Academic Press, Nueva York, 1971, 1-17.
Konorski, J., "Integrative activity of the brain", Chicago University Press, Chicago, 1967.
Konorski, J., "New data and ideas on instrumental conditioning". En Lindsley, D. y Lumsdaine, A. (dirs.), Brain function and learning, University of California Press, Berkeley, 1967, 123-142.
Lettvin, J., Maturana, H., McCullock, W. y Pitts, W., "What the frog's eye tells the frog's brain", en Gross, Ch. y Zeigler, H. P. (dirs.), Reading in Physiological Psychology, Harper and Row, Nueva York, 1969, 199-220.
Mac Nichol, E., "Retinal mechanisms of color vision", Vision Research, 1964, 4, 119-133.
Miller, N. E., "Learning of visceral and glandular responses", *Science,* 1969, *163,* 434-445.
Osgood, Ch., *Method and theory in Experimental Psychology,* Oxford University Press, Nueva York, 1953.
Pavlov, J. P., *Conditioned reflexes,* Dover, Nueva York, 1960.
Pavlov, J. P., *Fisiología y Psicología,* Alianza Editorial, Madrid, 1970.
Riesen, A. y Aarons, L., "Visual movement and intensity discrimination in cats after early deprivation of patterns vision", *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 1959, *52,* 142-149.
Sherrington, C. J., *The integrative action of the nervous system,* Ch. Scribner Sons, Nueva York, 1906.
Sidman, M. y Fletcher, F. G., "A demonstration of auto-shaping with monkeys", *Journal of the Experimental Analysis of Behavior,* 1968, 11 (3), 307-309.

Skinner, B. F., *The behavior of organisms*, Appleton Century Crofts, Nueva York, 1938.

Skinner, B. F., *Two types of conditioned reflex. A reply to Konorski and Miller in Cummulative Record*, Appleton Century Crofts, Nueva York, 1972, 489-497.

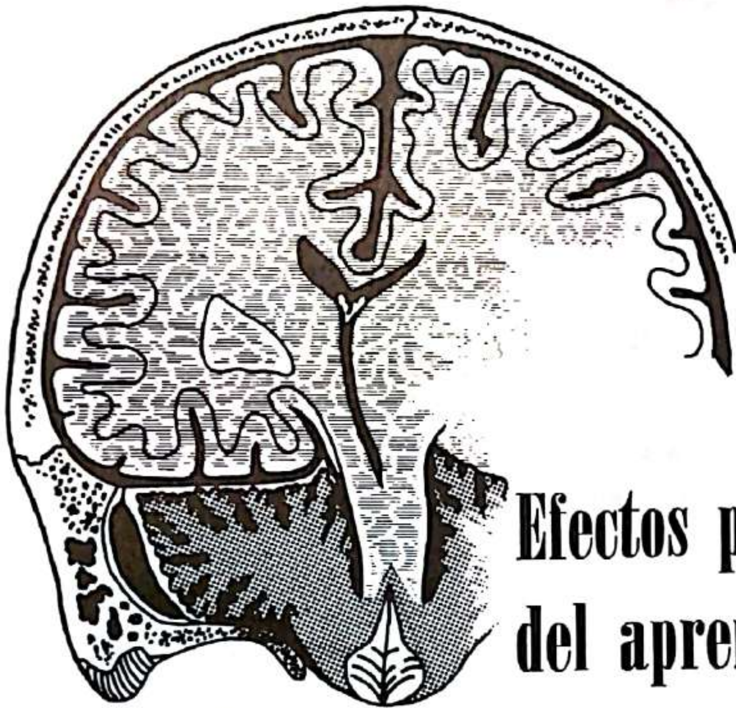
Sokolov, E. N., *Neuronal models and the orienting reflex*. En Brazier, M. (dir.), The central nervous system and bahavior, Josiah Macy, Jr. Foundation, Nueva York, 1960, 187-276.

Sokolov, E. N., "Perception and the conditioned reflex", Pergamon Press, Londres, 1963.

Uttal, W. R., *The psychobiology of sensory coding*, Harper and Row, Nueva York, 1973.

Zaporozhetz, A. V., "The development of perception in the preschool child". En Mussen, P. H. (dir.), Europeans research in cognitive development, Monographs of the Society for the Research of Child Development, 1965, *30*, 2, 82-101.

3



Efectos psicosomáticos del aprendizaje

Neal E. Miller, a quien por sus hallazgos en el dominio del condicionamiento visceral se debe el actual interés en el área, presenta en este capítulo la serie de respuestas que ha sido factible modificar a través de las técnicas de retroalimentación biológica. Con gran honradez señala las dificultades que ha tenido para reproducir sus primeros datos y llama la atención acerca de los peligros de extender las técnicas experimentales a la práctica clínica sin el debido cuidado y con base en un entusiasmo dudoso.

El análisis realizado por Miller permite entender el papel que desempeñan las consecuencias en el aprendizaje. Asimismo, al examinar la función que cumple la retroalimentación biológica, excluye la intervención de otros mediadores de la respuesta, lo cual constituye un problema que considera de gran importancia para la investigación, pero de escaso valor en las aplicaciones terapéuticas.

El artículo de Miller, al presentar una reseña sucinta de las aplicaciones de la retroalimentación biológica, cumple además una función orientadora muy importante.

Neal E. Miller
Universidad Rockefeller, Nueva York, N. Y.

En primer término, trataré acerca del papel que desempeña la retroalimentación biológica en el establecimiento del control voluntario sobre las funciones corporales que son difíciles de controlar. En mi opinión, ésto constituye un área de trabajo nueva que tiene grandes potencialidades, pero que está todavía en sus primeras etapas experimentales y queda mucho trabajo por hacer antes de que podamos estar seguros de si estas potencialidades se realizarán.

¿QUÉ ES LA RETRO-ALIMENTACIÓN BIOLÓGICA?

Para contestar la pregunta de qué es la retroalimentación biológica, primero debemos tratar un aspecto más general: examinaremos el papel de la retroalimentación en la adquisición del control voluntario. El jugador novato que está tratando de anotar una canasta desde la línea de tiro tiene muy poco control voluntario si se le compara con el profesional. Desafortunadamente, no hay un estímulo incondicionado que evoque como respuesta incondicionada los movimientos correctos que hagan caer la pelota en la canasta en el primer intento. Como esta respuesta correcta no puede ser evocada por un estímulo incondicionado, no se adquiere por medio del condicionamiento clásico; de ahí que tenga que emplearse un procedimiento de aprendizaje de un tipo diferente. Este tipo de aprendizaje ha sido llamado por Thorndike aprendizaje de ensayo y error; por Hull, aprendizaje instrumental, y condicionamiento operante, por Skinner. Empleando su capacidad de coordinación innata y mediante la transferencia de sus

aprendizajes en otras situaciones similares, el novato lanza la pelota en dirección de la canasta. Si falla con amplio margen se siente frustrado y castigado, y no repite ese conjunto de movimientos. Cuando ve que la pelota pasa más cerca de la canasta se siente recompensado; es entonces probable que repita tal conjunto de movimientos. Cuando ve que la pelota pasa a través de la canasta, esta indicación de que ha tenido éxito en lo que está tratando de hacer sirve como una gran recompensa, por lo que la probabilidad de que repita esos movimientos será todavía mayor.

El ver que uno está triunfando ha sido llamado por Thorndike "conocimiento de resultados". Dicho autor ha demostrado que el conocimiento de los resultados es esencial para mejorar. Empleando la terminología de los servomecanismos, el conocimiento de los resultados es ahora llamado *retroalimentación*. Para la persona que está motivada a aprender, la retroalimentación que indica una falla sirve como castigo y la retroalimentación que señala un éxito sirve como recompensa. De la misma manera, el ser recompensado con alimento es un tipo de retroalimentación para el animal con hambre.

El ejemplo citado acerca del jugador de basquetbol ha sido muy simplificado. Por ejemplo, cuando el jugador mencionado ve que su tiro se desvió hacia la derecha, trata de dirigir el siguiente un poco más a la izquierda en la próxima ocasión. Para que la retroalimentación proporcione información específica de este tipo, el atleta debe haber adquirido ya cierto grado de control. Pero, por el momento, estamos interesados en el efecto automático de la retroalimentación. El jugador puede lograr un mejor control sin saber exactamente lo que está haciendo. Para dar un ejemplo muy simple: cualquiera puede levantar los brazos, pero nadie puede explicar exactamente cómo lo hace.

Ahora supongamos que el novato que trata de aprender a encestar está vendado; de esta manera no podrá ver hacia dónde se va la pelota; es decir, si pasa cerca o lejos de la canasta. Sin conocimiento de resultados, o en otras palabras, sin retroalimentación, no podrá aprender. De la misma manera, la mayoría de la gente no percibe correctamente qué es lo que está pasando en el rango normal de fluctuaciones espontáneas de las funciones viscerales tales como la presión sanguínea, el ritmo cardiaco, o las contracciones intestinales. Son como el jugador de canasta vendado, y no pueden aprender el control voluntario. Algunas personas ni siquiera saben si algunos de sus músculos esqueléticos se hallan tensos o relajados. Pueden no saber que un dolor de cabeza o de espalda es causado por tensión muscular y ser incapaces de aprender fácilmente a relajar sus músculos.

Sin embargo, la instrumentación moderna puede proporcionar un conocimiento mejor, o una retroalimentación, de lo que está pasando. Por ejemplo, el monitor diastólico, instrumento no agresivo construido en mi laboratorio (Miller y col., 1970), nos da información de cambios en la presión sanguínea de latido a latido cardiaco. Esta información puede ser presentada al sujeto que está tratando de aprender, ya sea como una cifra en un medidor o como un tono que suena siempre que sus fluctuaciones espontáneas alcancen un criterio determinado. En este último caso, se moldea la respuesta del sujeto estableciendo, al principio un criterio muy fácil, por ejemplo, una reducción de 2 mm Hg en presión sanguínea. Luego, conforme se gana control, se va haciendo la respuesta progresivamente más difícil.

En otros tipos de entrenamiento, se les puede dar a los sujetos información similar acerca de su ritmo cardiaco: una aguja que fluctúa en un medidor en el intervalo entre latidos, una línea en una pantalla de osciloscopio que se alarga cuando el tiempo entre los latidos cardiacos se hace mayor, o una luz que centellea cuando se alcanza el ritmo deseado. A los sujetos se les puede dar información acerca de la tensión de sus músculos, registrando los potenciales de acción de éstos en un electromiógrafo (EMG). El EMG se integra y luego se le presenta al sujeto como una serie rápida de golpeteos que se hace más lenta conforme el músculo se relaja. Una investigación adicional es necesaria para determinar qué tipos de retroalimentación son los mejores para las diferentes aplicaciones.

La entrega de retroalimentación con la ayuda de instrumentos es como quitarle la venda de los ojos al jugador de basquetbol; provee la información que ayuda a la persona a ser capaz de aprender. Cuando dicha retroalimentación proporciona información adicional acerca de un proceso biológico, se llama *retroalimentación biológica.*

Un trabajo realizado en Europa Oriental (Adam, 1967) ha demostrado que mediante la retroalimentación se puede ayudar a personas y animales a que aprendan a percibir información de sus vísceras de manera muy exacta. Una de las causas por las que las percepciones viscerales son inexactas radica en el hecho de que generalmente la persona no tiene la oportunidad de mejorarlas comparando una modalidad con otra. Por ejemplo, cuando se ve algo borroso en la oscuridad, se trata de alcanzarlo y tocarlo para saber si se trata de un objeto real o sólo es una sombra. De igual manera, debido a que las sensaciones viscerales son particulares, su percepción no está sujeta a entrenamiento social como cuando por ejemplo un padre le dice a su hijo: "No, eso no es un perro grande; es una vaca". Se piensa que si

los pacientes pudieran ser entrenados para que perciban sus sensaciones viscerales con mayor exactitud, podrían emplearlas para proveerse retroalimentación y omitir la instrumentación. Tal entrenamiento perceptual debe propiciar la transferencia del laboratorio a las situaciones de la vida cotidiana. En la medida en la que estos pacientes se vuelvan más capaces en este tipo de discriminaciones, podrán corregir sus funciones más o menos automáticamente, de manera semejante a un ciclista experto que guarda su equilibrio.

DUDANDO DEL DOGMA DE LA IMPOSIBILIDAD

En la cultura occidental ha habido una firme creencia de que es imposible adquirir el control de las funciones viscerales. Esta creencia ha tendido a ser una profecía que se mantiene a sí misma: cuando se sabe que algo no es posible, no se intenta hacerlo; cuando se cree que algo no es posible, no se le enseña. Finalmente, una creencia firme en la imposibilidad puede ser una barrera psicológica sutil, pero poderosa. Por mucho tiempo se consideró improbable que un hombre corriera una milla en menos de cuatro minutos, y por mucho tiempo nadie lo hizo. Pero desde que finalmente se rompió la barrera de los cuatro minutos, muchos atletas han corrido esa distancia en menos de ese tiempo.

Diversos laboratorios están ahora recabando pruebas para demostrar que, de una manera u otra, es posible ejercer control sobre ciertas funciones viscerales. Mi laboratorio aportó una serie de estudios aparentemente convincentes con ratas paralizadas a base de curare. Esta droga paraliza los músculos esqueléticos pero las funciones viscerales permanecen relativamente intactas (Miller, 1969). Los estudios fueron realizados por seis distintos experimentadores; aún más, otros tres laboratorios informaron resultados similares (Banuazizi, 1968; Hothersall y Brener, 1969; Slaughter y col., 1970). Sin embargo, varios años después ocurrió una extraña disminución en la cantidad de cambio en el ritmo cardiaco aprendido por ratas en una sucesión de experimentos; dicha disminución ha llegado a un punto tal en el que incluso hemos sido incapaces de repetir estudios anteriores. Brener tampoco ha podido repetir un estudio anterior en su laboratorio. Esta situación nos ha colocado en una posición difícil, en la cual podría extenderme mucho (Miller, 1972; Miller y Dworkin, 1974). Sólo puedo esperar el momento en el que la solución al problema propicie un avance fundamental en nuestro conocimiento.

También se han realizado estudios en animales sin utilizar curare. En éstos se ha demostrado la posibilidad de que aprendan a cambiar sus respuestas viscerales: salivación (Miller y Carmona, 1967), ritmo cardiaco (Engel y Gotlieb, 1970), presión sanguínea (Benson y col., 1960). En uno de los más reveladores de esos estudios, Harris y col., (1973) utilizaron una combinación de evitación de choque y recompensa de comida para enseñar a unos mandriles a producir elevaciones de presión sanguínea de más de 30 mm Hg durante 40 días de entrenamiento, y a mantenerlas por el periodo completo de 12 horas que duraba cada sesión. Otros mandriles expuestos a procedimientos similares, excepto que se les recompensaba por disminuir su presión sanguínea, no aprendieron a bajar su presión pero sirvieron como control, en tanto que a pesar de que recibieron más choques eléctricos que los otros, no subieron su presión sanguínea. Veamos ahora los estudios con sujetos humanos.

PRIMEROS ESTUDIOS CON SUJETOS HUMANOS

Kimmel (1967) ha resumido los estudios pioneros realizados con individuos humanos, a los cuales se les enseñó a controlar un sinnúmero de respuestas, como la respuesta galvánica de la piel, el ritmo cardiaco o respuestas vasomotoras periféricas. Katkin y Murray (1968) criticaron estos estudios al enseñar que no controlaron adecuadamente la posibilidad de que los cambios fueran producidos indirectamente a través de respuestas esqueléticas, como por ejemplo, cambios en la respiración que pueden modificar el ritmo cardiaco. (Aunque la duda de si el control es directo o indirecto es teóricamente importante, no lo es para los efectos de la etiología o la terapia de los síntomas psicosomáticos.) Como veremos, varios experimentos posteriores han reducido la atracción de la hipótesis de que todos los cambios viscerales aprendidos son consecuencias automáticas e indirectas de las respuestas esqueléticas.

EXPERIMENTOS CON SUJETOS PARALIZADOS

Hay un tipo de respuesta supeditado al control del sistema nervioso autónomo, que puede ser observada sin instrumentación. Hay una fuerte motivación para realizarla; la retroalimentación inmediata

provee conocimiento de los resultados y virtualmente cualquiera aprende. Me estoy refiriendo a la micción. Aunque los esfínteres que la controlan están inervados exclusivamente por el sistema nervioso autónomo, se piensa que la tensión de los músculos abdominales ejerce presión sobre la vejiga. En un experimento verdaderamente heroico, poco conocido por los psicólogos porque fue publicado en una revista sobre urología, Lapides y col. (1957) paralizaron a 16 sujetos humanos, la mitad de ellos con curare y la otra mitad con succinilcolina. El grado de su parálisis era tan completo que tenían que ser mantenidos con respiración artificial. Sin embargo, podían iniciar la micción tan pronto como se les pedía, con la misma rapidez que en el estado normal, y eran capaces de detenerla en cerca del doble del tiempo normal. Así, puede verse cómo esta respuesta visceral es ejecutada sin acción alguna de los músculos esqueléticos.

En un intento por encontrar una condición de alguna manera análoga a aquella producida por el curare, Thomas Pickering y Barry Dworkin han colaborado en mi laboratorio con Bernard Brucker, del Goldwater Memorial Hospital, en la ciudad de Nueva York, para estudiar pacientes afectados por poliomelitis o por distrofia muscular. Estas dos enfermedades paralizan los músculos esqueléticos dejando las funciones viscerales relativamente intactas. Al principio pensamos que dichos pacientes podrían aprender mejor que los sujetos normales, de la misma manera como nuestras ratas paralizadas parecieron aprender considerablemente mejor que las no paralizadas. Pensamos que la parálisis podía quitar muchas de las fuentes de distracción y "ruido" de la situación de entrenamiento. Esta esperanza no cristalizó: los sujetos paralizados no aprendieron a controlar su presión sanguínea mejor que los normales, pero fueron capaces de aprender. A causa de su parálisis extensiva y del hecho de que estaban acostumbrados a usar respiradores, fue posible descartar cambios en la respiración como base de los cambios en su presión sanguínea.

Sin embargo, hubo otra fuente de dificultad: aun desde los primeros experimentos (Miller y Di Cara, 1967, pág. 17), nos dimos cuenta de que la parálisis no necesariamente controlaba los posibles efectos de las órdenes centrales a los músculos paralizados. Ahora tenemos evidencia definitiva sobre este punto. Cuando un sujeto con un brazo completamente paralizado trató de apretar una perilla de hule, su presión sanguínea aumentó aunque sus músculos no se movieron. El esfuerzo realizado produjo también un aumento en el ritmo cardiaco. En la mayoría de los sujetos que aprendieron a modificar su presión sanguínea no hubo cambios en su ritmo cardiaco.

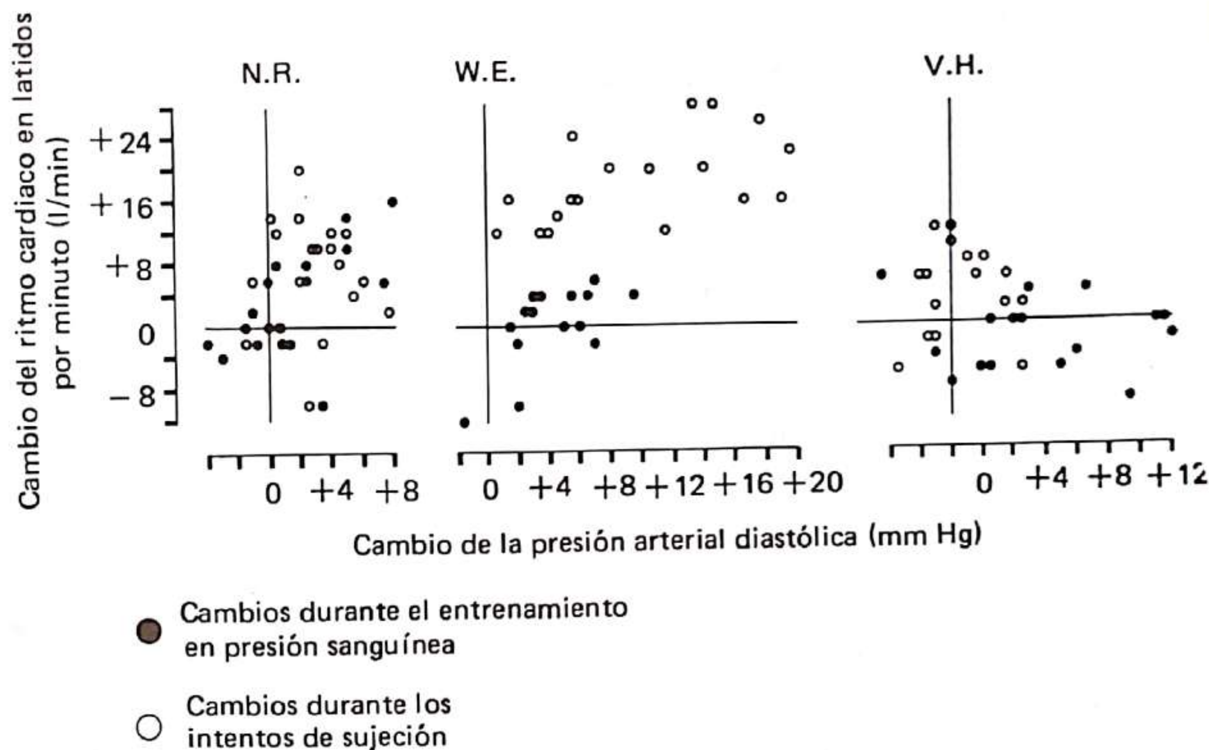


Fig. 3.1. Gráfica en la que se muestran los cambios del ritmo cardiaco y presión sanguínea en tres pacientes que sufren poliomielitis o distrofia muscular: **a)** durante el entrenamiento de presión sanguínea (**puntos negros**), y **b)** durante el intento de apretar la mano (**puntos abiertos**).

La situación está indicada en la figura 3.1. En la ordenada de esta figura aparecen los cambios en el ritmo cardiaco, y en la abscisa, los cambios en la presión sanguínea. Para el sujeto de la extrema izquierda, observamos que cuando intenta ejercer el control que ha aprendido sobre su presión sanguínea, lo cual está representado por los puntos negros que aparecen en la gráfica, cambia su ritmo cardiaco en la misma medida que cuando intenta apretar la perilla. Este sujeto podía entonces haber producido fácilmente los cambios que había aprendido dando órdenes a sus músculos paralizados. Para los otros sujetos la situación es diferente: para cada uno de ellos, los dos conjuntos de puntos caen dentro de patrones separados. Los cambios aprendidos en la presión sanguínea no involucran grandes cambios en el ritmo cardiaco, pero las modificaciones en la presión sanguínea provocadas al tratar de emplear los músculos paralizados sí lo hacen. Por tanto, parece poco probable que los cambios aprendidos estuvieran mediados por órdenes a los músculos esqueléticos, ya que de haber sido, deberían producir mayores cambios en el ritmo cardiaco.

En nuestro trabajo, tanto con animales como con seres humanos, hemos llegado a considerar la especificidad como el mejor control para la mediación (Miller, 1969; Miller y Dworkin, 1974).

LA ESPECIFICIDAD COMO UN CONTROL PARA LA MEDIACIÓN

Nuestra suposición básica es que el sistema nervioso autónomo que controla los órganos viscerales no se diferencia singularmente del sistema nervioso somático que controla los músculos esqueléticos. Aunque estos dos sistemas son distintos a nivel espinal, están íntimamente entrelazados en el cerebro; tanto los músculos esqueléticos como los órganos viscerales tienen representaciones en el más alto nivel, la corteza (Chernigovski, 1960; Ruch y Fulton, 1960). De esta manera, podríamos esperar que las respuestas esqueléticas y las autónomas ocurran juntas en patrones integrados, funcionalmente importantes, de la misma manera como diferentes respuestas esqueléticas se presentan conformando esa clase de patrones; por ejemplo, el balanceo de los brazos mientras se camina. Pero, así como es factible aprender a controlar los músculos esqueléticos de formas más específicas —digamos, balancear los brazos sin caminar, o incluso mover un dedo sin mover los otros— suponemos que es posible hacer respuestas viscerales más específicas por medio de un entrenamiento especial en diferenciación. Los límites de la especificidad tal vez sean diferentes para distintas respuestas viscerales, así como es más fácil aprender a mover un solo dedo que aprender a mover una oreja de manera independiente. Casi de la misma forma, para que se puedan distinguir dos puntos en las yemas de los dedos o en los labios, que tienen una considerable representación en la corteza, pueden estar mucho más cerca que dos puntos en la mitad de la espalda, la cual tiene una representación cortical menor.

Aunque no se esté de acuerdo en que la evidencia sobre la especificidad de las respuestas viscerales aprendidas argumenta en contra de la hipótesis mediacional, creo que sí es posible estar de acuerdo en que el problema de la especificidad es importante. Por ejemplo, creo que la especificidad del aprendizaje visceral puede tener implicaciones importantes para la etiología y tratamiento de los síntomas psicosomáticos. De esta manera, la evidencia de especificidad es lo que ha hecho bastante convincentes algunos de los experimentos modernos realizados con sujetos humanos. Los datos pertinentes se hallan resumidos por Crider y col. (1969) y nítidamente ilustrados por un experimento en el que Shapiro y col. (1970) mostraron que los sujetos humanos podían aprender a producir cambios en su presión sanguínea sin cambiar su ritmo cardiaco o eran capaces de modificar su ritmo cardiaco sin cambiar su presión sanguínea.

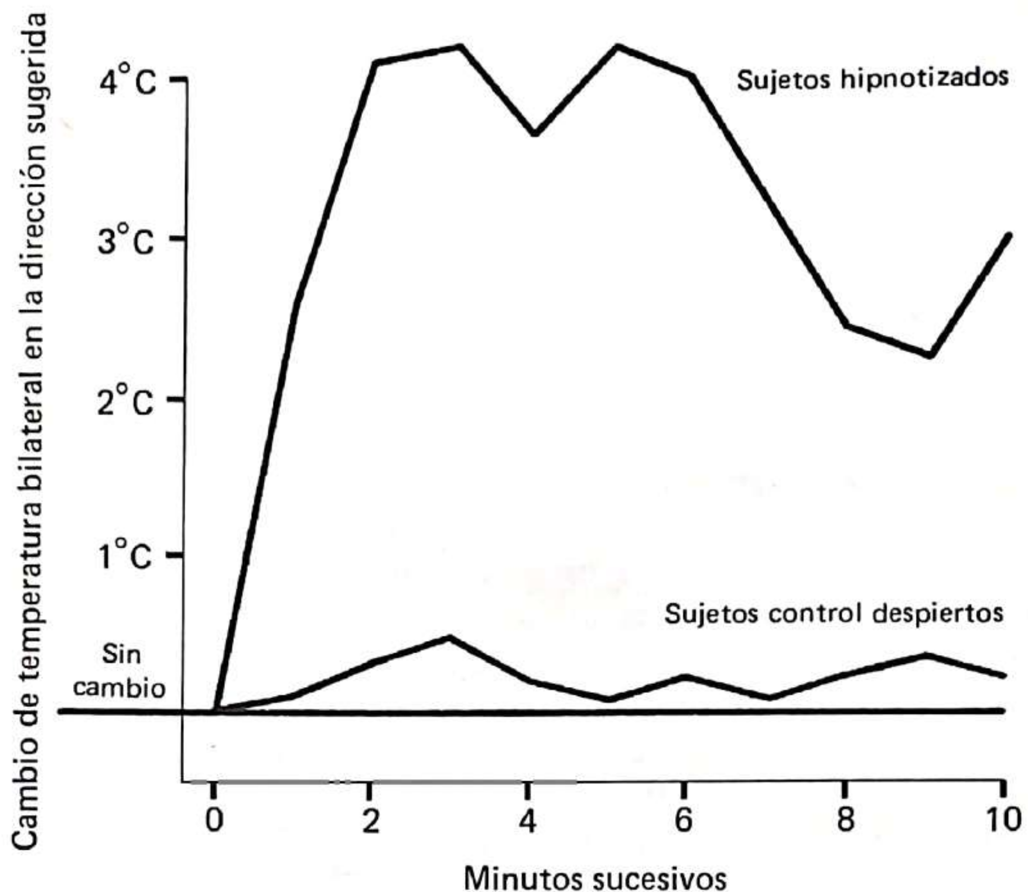


Fig. 3.2. Diferencia promedio de la temperatura entre las dos manos, producida por sujetos hipnotizados y sujetos control despiertos. (Tomado de Maslach y col. 1972.)

ESPECIFICIDAD EN EL CONTROL VASOMOTOR: LA TEMPERATURA

Tal vez la evidencia más sorprendente acerca de la especificidad proviene de un experimento en el que Maslach y col. (1972) emplearon hipnosis en lugar de aprendizaje para hacer que unos sujetos humanos produjeran una diferencia en la temperatura de la superficie ventral de las dos manos. Estos resultados se muestran en la figura 3.2, y han sido replicados por Roberts y col. (1973), quienes utilizaron varios días de entrenamiento con retroalimentación para producir cambios en sus sujetos hipnotizados. Recientemente, Alan Roberts (comunicación personal) empleó 16 días de entrenamiento para hacer que sujetos hipnotizados produjeran diferencias, primero en una dirección y luego en la otra entre la temperatura de los dedos de las dos manos. En mi laboratorio, Wesley Lynch, Haruyo Hama y Sorel Kohn han tenido también éxito entrenando a algunos sujetos

a producir diferencias entre las temperaturas de las dos manos y, por supuesto, entre las temperaturas de los dedos de la misma mano.

El tipo de especificidad anterior descarta obviamente cualquier efecto producido por respuestas esqueléticas generales, tales como la respiración; asimismo, vuelve un tanto difícil explicar el cambio en función de órdenes a respuestas esqueléticas que no son ejecutadas abiertamente. Sin embargo, se debe ser precavido para llevar a cabo y para interpretar dichos experimentos. Por ejemplo, hemos encontrado que poniendo la mano en forma de copa, se puede aumentar la temperatura de los dedos al disminuir el área de radiación, y que extender y separar ligeramente los dedos puede tener el efecto opuesto. El mover la mano cerca del cuerpo también llega a aumentar la temperatura. Cuando los sujetos están tratando de llevar la aguja de un termómetro a un punto determinado que indica una cierta diferencia de temperatura entre las dos manos, es fácil aprender, inconscientemente, cambios en la postura. Para prevenir lo anterior debe observarse cuidadosamente a los sujetos. Hasta ahora no hemos sido capaces de detectar ninguna respuesta esquelética que pudiera explicar los cambios diferenciales en temperaturas producidos por nuestros mejores sujetos.

La figura 3.3 muestra que los cambios de temperatura son producidos en gran parte por modificaciones en el flujo sanguíneo periférico. Esta figura presenta los resultados de un sujeto que ha sido entrenado para disminuir la temperatura de sus manos. La línea de arriba representa la temperatura, la banda oscura representa el rango de velocidad del pulso tal y como es medido por un medidor de flujo basado en el efecto Doppler, y la línea de abajo muestra la medida del flujo sanguíneo luego de haberse filtrado los cambios de pulso individuales. Se puede ver que inmediatamente después de recibir la orden "enfría tus manos", el sujeto reduce su tasa de flujo global espectacularmente, lo mismo que la amplitud del pulso del dedo, a la que sigue gradualmente una reducción en la temperatura. Inmediatamente después de habérsele dado la orden "descansa", que en este caso significa el regreso a los valores normales, el registro del flujo sanguíneo presenta una vuelta a lo normal seguida, gradualmente, por la temperatura. Estamos investigando si es más útil la retroalimentación por medio del flujo sanguíneo, la cual muestra los cambios más rápidamente que la retroalimentación en función de los cambios de temperatura, que presenta los cambios con mayor lentitud. El método del flujo sanguíneo tiene además un sistema de registro más conveniente, que consiste en tomar el pulso por medio de un detector de tensión de mercurio.

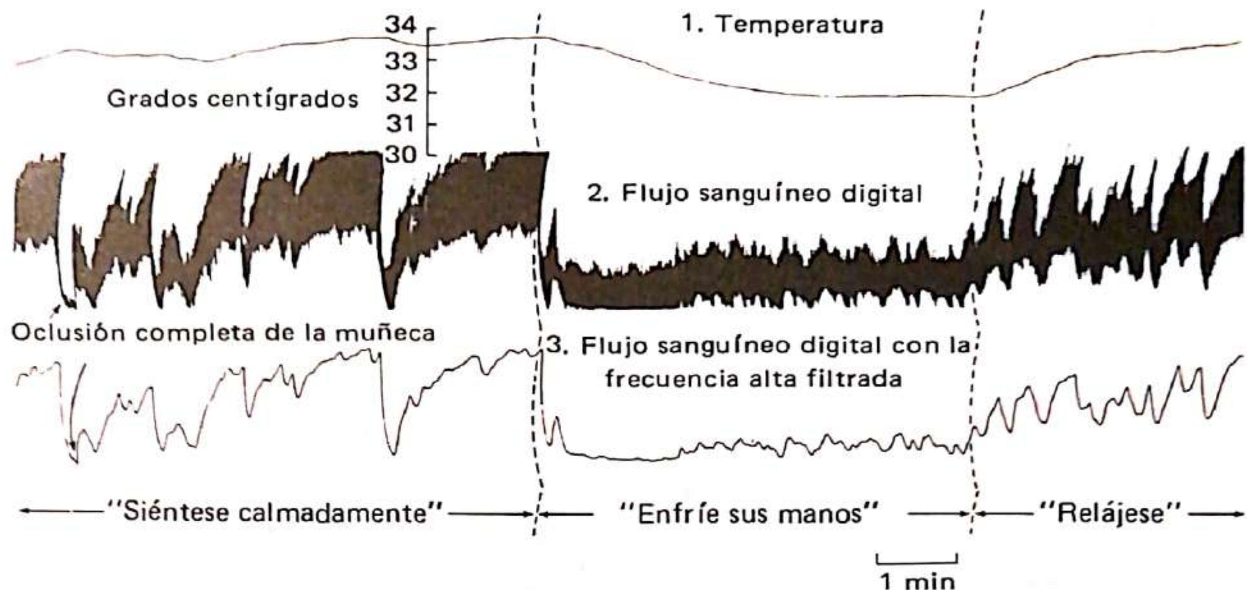


Fig. 3.3. Control voluntario aprendido sobre el flujo sanguíneo y la temperatura. La temperatura es registrada por un termistor cerca del extremo del dedo índice de la mano derecha y la velocidad sanguínea por una cánula que mide el efecto Doppler en la arteria digital de ese dedo. Los extremos superior e inferior de la banda oscura en el centro del registro representan las velocidades del flujo sanguíneo al máximo y al mínimo del pulso; lo ancho de la banda constituye una indicación respecto de la amplitud del pulso. Registrado por Lynck, Kohn y Miller. (Tomado de Miller, 1975.)

En este tipo de aprendizaje hay grandes diferencias individuales; algunos sujetos son mucho más capaces que otros para producir grandes cambios. Otros investigadores que trabajan con diferentes tipos de respuesta también informan esas distinciones. El descubrir las bases de dichas diferencias es igualmente un problema para la investigación posterior.

Uno de los problemas más importantes en el área del aprendizaje visceral es cómo producirlo de manera más efectiva. Además del uso de diferentes tipos de retroalimentación, entrenamiento en percepción visceral, entrenamiento en imaginación o la combinación de condicionamientos clásico e instrumental, necesitan ser exploradas muchas otras aproximaciones. Los primeros intentos a lo largo de estas líneas han sido llevados a cabo por Brener y col. (1974) y por Lang (1974).

EL EFECTO PLACEBO

En las aplicaciones a la terapia, el problema de si el cambio visceral es producido directamente o mediado por la vía de una respuesta esquelética no es demasiado importante. Por ejemplo, ciertos ataques de taquicardia paroxística (el corazón de pronto empieza a latir muy rápidamente) pueden ser detenidos a través de una inspiración profunda realizada súbitamente. Esta es una maniobra esquelética, pero mientras detenga la taquicardia, es terapéuticamente efectiva.

Sin embargo, en las aplicaciones terapéuticas se tiene que estar seriamente preocupado con otro problema, a saber: si el efecto se debe específicamente al tipo de entrenamiento que se da o si es un efecto placebo inespecífico producido por la esperanza suscitada, lo impresionante del aparato o la atención que se le presta al paciente. Para probar el efecto terapéutico de las drogas, los farmacólogos han diseñado la técnica "doble ciego", que es un modelo a seguirse tan cerca como sea posible. En esta técnica, se dice que el paciente es "ciego" en el sentido de que no sabe si está recibiendo una droga activa o una pastilla inactiva de azucar, es decir, un placebo; y, ya que también se sabe que el efecto del placebo varía con el entusiasmo del médico (por ejemplo, véase Shapiro y col., 1954), es necesario que quien administra la droga también esté "ciego" y no sepa si está administrando realmente la droga o una pastilla de azúcar.

Los grupos placebo control que se han utilizado para probar la efectividad de las drogas hipertensivas muestran que el efecto placebo no se limita al informe verbal del paciente, sino que puede afectar incluso un proceso fisiológico, tal como la presión sanguínea. En un estudio de Grenfell y col. (1963), los grupos control que sólo recibieron pastillas de azucar mostraron una reducción de 12 mm Hg en su presión sanguínea diastólica y de 25 mm Hg en su presión sanguínea sistólica. Aún más, estas reducciones fueron progresivas, requiriendo aproximadamente siete semanas para alcanzar su nivel máximo.

Los efectos placebo pueden ser bastante específicos. Por ejemplo, Luparello y col. (1970) mostraron que si se daban pulverizaciones de solución salina isotónica a pacientes con asma, aproximadamente la mitad de ellos producía un aumento en la resistencia al paso de aire cuando la pulverización fue descrita como una droga que producía constricción bronquial y una disminución en la resistencia al paso de aire cuando fue descrita como una droga que producía dilatación bronquial. De manera semejante, Sternbach (1964) encontró que cuando a los sujetos se les administraba una píldora que sólo contenía

un magneto para medir su motilidad estomacal, ésta aumentó, disminuyó o permaneció constante de acuerdo con los efectos que se les dijo les produciría la píldora.

Los estudios acerca de los efectos placebo que han sido descritos, así como muchos otros más (Shapiro, 1960, 1971), muestran el extraordinario poder que los factores psicólogicos pueden ejercer sobre respuestas mediadas autónomamente. Indican asimismo que Alexander (1950) subestimó al sistema nervioso autónomo cuando señaló que, puesto que los síntomas psicosomáticos resultan de su actividad, de ninguna manera pueden estar sujetos al tipo elevado de control simbólico presente en otros síntomas mediados por el sistema nervioso somático. Ciertamente el efecto placebo es digno de investigación más exhaustiva.

PRESIÓN SANGUÍNEA

En un intento por controlar el efecto placebo, y también por mejorar el aprendizaje contrastando la respuesta correcta con la incorrecta, Dworkin, en mi laboratorio, le dio a una paciente con hipertensión esencial una serie de ensayos sucesivos en los cuales se le reforzaba por disminuir su presión sanguínea, después por aumentarla (pero nunca arriba de la línea base original), y finalmente por disminuirla otra vez. La paciente empezó siendo capaz de cambiar su presión sanguínea solamente dentro de un rango de 3 a 5 mm Hg, pero a lo largo de un periodo de varios meses aprendió a cambiarla en un rango de casi 30 mm Hg. Esta habilidad de aumentar o disminuir su presión sanguínea siguiendo las órdenes que se le daban, demostró la adquisición de un control voluntario que difícilmente podría lograrse con un efecto placebo. A través del experimento su línea base de presión sanguínea, medida con los procedimientos clínicos, disminuyó lo suficiente como para permitirle dejar la medicación. Este último efecto podría haber sido un efecto placebo. Más tarde, bajo tensión emocional, perdió la habilidad para controlar su presión sanguínea, aunque recientemente la volvió a recuperar gracias a un entrenamiento proporcionado por Pickering.

Sin embargo, estamos preocupados por esta paciente; ¿ha aprendido a disminuir su presión sanguínea cada vez que se le mide, haciendo de esta manera que su médico le suspenda drogas que pueden ser realmente útiles? O, ¿ha aprendido a mantener su presión sanguínea baja en las situaciones de tensión de su vida diaria? Este caso ilustra las preguntas que deben hacerse cuando se emplea entrenamiento vis-

ceral para terapia. Existe una técnica para medir presión sanguínea continuamente (Bevan y col. 1961), pero implica una sonda dentro de una arteria, algo que no queremos tomar a la ligera.

Desafortunadamente, aunque tenemos resultados tan alentadores con una paciente, hay otros 26 pacientes que no mostraron el mínimo aprendizaje. Benson y col. (1971) informaron inicialmente datos muy prometedores en el caso de la presión sanguínea sistólica (aunque dentro del rango de los efectos placebos referidos anteriormente); sin embargo, Benson me dijo recientemente que no ha sido capaz de obtener tan buenos resultados con la presión sanguínea diastólica. Actualmente parece que debemos mejorar nuestras técnicas para seleccionar pacientes o para entrenarlos, o tal vez para ambas cosas, antes de que el entrenamiento destinado a ganar control de la presión sanguínea sea de utilidad terapéutica.

ARRITMIAS CARDIACAS

Uno de los resultados más alentadores se ha logrado con las arritmias cardiacas. Engel y Bleecker (1974) dicen que seis de nueve pacientes entrenados para controlar sus contracciones ventriculares prematuras (CVP), a las que generalmente se les refiere como la omisión de un latido cardiaco, aprendieron en el laboratorio a sujetar bajo su control el ritmo de su corazón y cinco de estos pacientes mantuvieron buen control fuera del laboratorio por los periodos de seguimiento en los que fueron observados. Uno de ellos fue seguido por un año, otro por cinco años. En ambos casos la ausencia de CVP fuera del laboratorio fue confirmada por los registros grabados. En mi laboratorio, Pickering ha reproducido, al menos parcialmente los resultados anteriores enseñando a dos sujetos un grado elevado de control voluntario sobre sus CVP. En la figura 3.4 se muestra un ejemplo de dicho control voluntario. Al sujeto se le dio retroalimentación desde la pantalla de un osciloscopio, en la cual veía un patrón muy parecido al mostrado en la figura. Las espigas altas representan CVP y las bajas constituyen el ritmo normal. Durante el periodo de descanso las espigas altas alternan con las bajas, fenómeno al que se le llama bigeminismo. Se puede ver que, después de varias semanas de entrenamiento, el sujeto puede suprimir o producir CVP de acuerdo con las órdenes que se le dan. De este, y de muchos otros registros similares se extrae la conclusión de que el paciente ha aprendido a discriminar entre los dos tipos de ritmo en ausencia de retroalimentación visual. Un segundo paciente, quien se siente muy

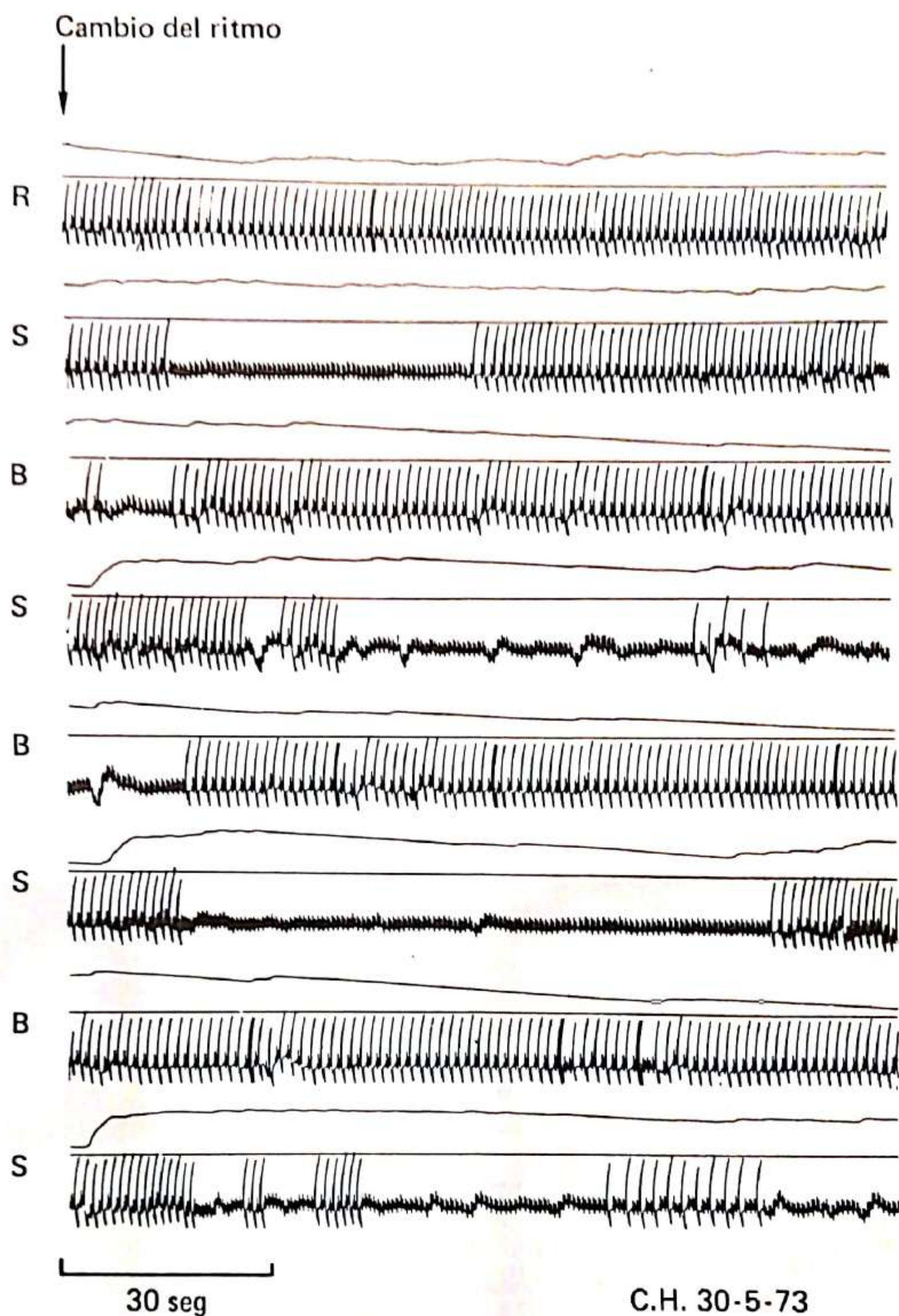


Fig. 3.4. Control voluntario del ritmo cardiaco. Las contracciones ventriculares prematuras (CVP) son indicadas por espigas grandes; el ritmo normal por su ausencia. La línea de arriba del electrocardiograma (ECG) indica la conductividad de la piel; R, periodo de reposo; S, paciente instruido para suprimir las CVP; B, paciente instruido para producir bigeminismo o, en otras palabras, CVP y latidos normales. La figura completa es de una tira de registro continua. (Tomado de Miller, 1975.)

débil siempre que le da un ataque de CVP, ha aprendido a controlarlas debido a que es capaz de reconocerlas, con evidentes resultados terapéuticos.

DOLORES DE CABEZA

Budzynky y col. (1973) informan que 24 de 30 pacientes entrenados a reducir la tensión de sus músculos frontales, empleando para ello un electromiógrafo (EMG), reportan mejoría de sus cefaleas por tensión. Sargent y col. (1972) afirman que 49 de 62 pacientes entrenados para calentar sus manos mediante retroalimentación proporcionada por un termómetro electrónico, mostraron mejoría en dolores de cabeza del tipo migraña. Debido a que los dolores de cabeza son notoriamente susceptibles a los efectos placebo (Shapiro, 1960), estos resultados deben tratarse con cierta reserva hasta que los pacientes hayan sido seguidos por un periodo más largo. Para el estudio ideal se necesitaría un grupo de pacientes diagnosticados con cefalea tensional y otro con migraña (la mayoría padece con toda seguridad algun tipo de mezcla), y entrenar la mitad de cada grupo con retroalimentación a su temperatura y a la otra mitad de cada grupo con retroalimentación a su tensión muscular, a fin de ver después si un tipo especial de retroalimentación es más efectiva para un grupo específico. Los pacientes no tienen que saber con anticipación qué tipo de retroalimentación debe ser efectiva en su caso.

TORTÍCOLIS

Brundy y col. (1974) han utilizado retroalimentación electromiográfica para entrenar a nueve pacientes a controlar su tortícolis espasmódica. Al principio cada paciente fue entrenado para disminuir progresivamente el espasmo en el músculo contraido que forzaba la posición anormal del cuello y la cabeza. Conforme el paciente empezó a demostrar progresos fue entrenado para aumentar la contracción en el músculo contralateral generalmente atrofiado. De esta manera, se le moldeó sucesivamente a igualar la actividad en los dos lados del cuello. Cuando se llegó a este punto, generalmente podía mantener una posición normal del cuello sin retroalimentación. Después de esto, las sesiones de entrenamiento fueron gradualmente espaciadas, poniéndose de relieve ahora un programa diario en casa de las contracciones isométricas máximas del músculo previamente atrofiado.

Los nueve pacientes mostraron mejoría, tres de ellos al punto de permanecer libres de síntomas en periodos que van desde varios meses hasta más de un año. Puesto que estos pacientes habían padecido síntomas durante 3, 10 y 15 años, respectivamente, y no habían respondido a tratamientos previos, parece poco probable un efecto placebo. Hasta el momento, otros tres pacientes pueden mantener control sin retroalimentación por varias horas, y los otros tres que quedan lo pueden hacer de 5 a 10 minutos cada vez. Debido a la falta de respuesta al tratamiento previo y a lo recalcitrante de este padecimiento particular, los resultados sobre tortícolis parecen especialmente prometedores.

Los mismos investigadores, al igual que un grupo de estudiosos en el Instituto Experimental de Medicina de la Academia de Ciencias Médicas de la URSS, en Leningrado, han utilizado procedimientos similares a los descritos anteriormente para moldear a ciertos pacientes con parálisis espástica ocasionada por embolias, a tener un mejor uso de sus manos y piernas paralizadas (comunicación personal). Tales resultados parecen lo suficientemente prometedores como para que ameriten estudios controlados en los que se apareen grupos de pacientes que se asignen al azar a cualquier entrenamiento especial con retroalimentación o entrenamiento especial con los métodos más convencionales de terapia física.

ONDAS CEREBRALES

Parece haber poca duda de que la retroalimentación puede ser empleada para entrenar a sujetos a controlar sus ondas cerebrales, tal y como son medidas por el electroencefalógrafo (EEG). Mientras que algunos sujetos dan testimonios de los efectos psicológicos maravillosos de este entrenamiento, otros informan efectos desagradables (Sterman, 1973). Hasta la fecha no conozco estudio alguno controlado verificando las pretensiones que han sido hechas acerca de los efectos terapéuticos del entrenamiento del ritmo alfa del EEG. Quizá tales estudios puedan aparecer en lo futuro.

Sterman (1973) afirma que el entrenamiento de pacientes epilépticos para producir un ritmo específico, de 12-14 Hz, al que llama "sensoriomotor", ejerce un efecto terapéutico. Kaplan (1973) cree que el ritmo más lento de 6-12 Hz es más efectivo; piensa además que el efecto terapéutico que observó en dos pacientes se debió a aprendizaje de relajación. Los estudios comparando la efectividad de recompensar ritmos diferentes y de recompensar relajación registrada

en el EMG deben ayudar a determinar cuál es el procedimiento más efectivo y si hay diferencias notables para descartar un mero efecto placebo.

UNA NOTA DE PRECAUCIÓN PARA CONCLUIR

Cuando se llega a un área tan nueva como la que hemos estado describiendo, es muy natural que aquellos que están buscando efectos terapéuticos se concentren primero en ver si pueden obtenerlos o no. Los controles sobre los efectos placebo son a menudo difíciles y requieren mucho tiempo. Constituye un esfuerzo perdido si se descubre que no hay nada que controlar. Ahora necesitamos y estamos listos para estudiar los efectos placebo con controles mucho más rigurosos. Hasta que las investigaciones hayan sido replicadas en varias clínicas, cada una empleando controles adecuados, no sabremos cuál es la efectividad de estas nuevas formas de tratamiento. Mientras tanto, es una desgracia que informes excesivamente optimistas en el medio popular hayan levantado esperanzas que probablemente lleven a una desilusión que interferirá con el trabajo intenso, que es necesario para mejorar nuestras técnicas de entrenamiento visceral y para probar rigurosamente sus posibilidades.

BIBLIOGRAFÍA

Adam, G. *Interoception and Behaviour.* Akademiai Kiado, Budapest, 1967.

Alexander, F. *Psychosomatic Medicine: Its Principles and Applications.* Norton, Nueva York, 1950.

Banuazizi, A. Modification of an autonomic response by instrumental learning. Tesis doctoral, Yale University, 1968.

Benson, H., Herd, A. J., Morse, W. H. y Kelleher, R. T. Behavioral induction of arterial hypertension and its reversal. *Amer. J. Physiol.* 1969, *217,* 30-34.

Benson, H., Shapiro, D., Tursky, B. y Schwartz, G. E. Decreased systolic blood pressure through operant conditioning techniques in patients with essential hypertension. *Sience* 1971, *173,* 740-742.

Bevan, A. T., Honour, A. J. y Stott, F. H. Direct arterial pressure recording in unrestricted man. *Clin. Sci.* 1961, *36,* 329-344.

Brener, J., Eissenberg, R. y Middaugh, S. Respiratory and somatomotor factors associated with operant conditioning of cardiovascular responses in curarized rats. En la obra *Cardiovascular Psychophysiology,* de Obrist y col. (dirs.). Aldine, Chicago, 1974, págs. 251-275.

Brudny, J., Grynbaum, B. B. y Korein, J. Spasmodic torticollis: Treatment by feedback display of EMG—a report of nine cases. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1974, en prensa.

Budzynski, T. H., Stoyva, J. M., Adler, C. S. y Mullaney, D. J. EMG biofeedback and tension headache: A controlled outcome study. *Psychosom, Med.* 1973, *35*, 484-496.

Chernigovski, V. N. *Interoceptors.* Medgiz, Moscú, 1960. Traducción al inglés dirigida por D. Lindsley. American Psychological Association, Washington, D. C., 1967.

Crider, A., Schwartz, G. E. y Shnidman, S. On the criteria for instrumental autonomic conditioning: A reply to Katkin and Murray. *Psychol. Bull.* 1969, *71*, 455-461.

Engel, B. T. y Bleecker, E. R. Application of operant conditioning techniques to the control of the cardiac arrhythmias. En la obra *Cardiovascular Psychophysiology*, de Obrist y col. (dirs.). Aldine, Chicago, 1974.

Engel, B. T. y Gottlieb, S. H. Differential operant conditioning of heart rate in the restrained monkey. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 1970, *73*, 217-225.

Grenfell, R. F., Briggs, A. H. y Holland, W. C. Antihypertensive drugs evaluated in a controlled double-blind study. *Southern Med. J.* 1963, *56*, 1410-1415.

Harris, A. H., Gilliam, W. J., Findley, J. D. y Brady, J. V. Instrumental conditioning of large-magnitude, daily, 12-hour blood pressure elevations in the baboon. *Science*, 1973, *182*, 175-177.

Hothersall, D. y Brener, J. Operant conditioning of changes in heart rate in curarized rats. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 1969, *68*, 338-342.

Kaplan, B. EEG biofeedback and epilepsy. Artículo expuesto en la octagésima Convención Anual de la American Psychological Association, Montreal, 1973 (complementado gracias a una comunicación personal).

Katkin, E. S. y Murray, E. N. Instrumental conditioning of autonomically mediated behavior: Theoretical and methodological issues. *Psychol Bull.* 1968, *70*, 52-68.

Kimmel, H. D. Instrumental conditioning of autonomically mediated behavior. *Psychol. Bull.* 1967, *67*, 337-345.

Lang, P. J. Learned control of human heart rate in a computer directed environment. En la obra *Cardiovascular Psychophysiology*, de Obrist y col. (dirs.). Aldine, Chicago, 1974.

Lapides, J., Sweet, R. B. y Lewis, L. W. Role of striated muscle in urination. *J. Urol.* 1957, *77*, 247-250.

Luparello, T., Leist, M., Lourie, C. H. y Sweet, P. The interaction of psychologic stimuli and pharmacologic agents on airway reactivity in asthmatic subjets. *Psychosom. Med.* 1970, *32*, 509-521.

Maslach, C. Marshall, G. y Zimbardo, P. G. Hypnotic control of peripheral skin temperature. Caso publicado en *Psychophysiology* 1972, *9*, 600-605.

Miller, N. E. Applications of learning and biofeedback to psychiatry and medicine. En la obra *Comprhensive Textbook of Psychiatry*, 2a. ed., A. M. Freedman, H. I. Kaplan y B. J. Sadock (dirs.). Williams & Wilkins, Baltimore, 1975, en prensa.

Miller, N. E. Interactions between learned and physical factors in mental illness. *Semin. Psychiat.* 1972, *4,* 239-254.

Miller, N. E. Learning of visceral and glandular responses. *Science* 1969, *163,* 434-445.

Miller, N. E. y Carmona, A. Modification of a visceral response, salivation in thirsty dogs, by instrumental training with water reward. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 1967, *63,* 1-6.

Miller, N. E. y DiCara, L. V. Instrumental learning of heart-rate changes in curarized rats: Shaping, and specificity to discriminative stimulus. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 1967, *63,* 12-19.

Miller, N. E. y Dworkin, B. R. Visceral learning: Recent difficulties with curarized rats and significant problems for human research. En la obra *Cardiovascular Psychophysiology,* de P. A. Obrist y col. (dirs.). Aldine, Chicago, 1974, págs. 312-331.

Miller, N. E., DiCara, L. V., Solomon, H., Weiss, J. M. y Dworkin, B. Learned modifications of autonomic functions: A review and some new data. *Suppl I to Circulation Res.* 1970, *26, 27,* I-3 a I-11.

Roberts, A., Kewman, D. G. y Macdonald, H. Voluntary control of skin temperature: Unilateral changes using hypnosis and feedback. *J. Abnormal Psychol.* 1973, *82,* 163-168.

Ruch, T. C. y Fulton, J. F. (dirs.). *Medical Physiology and Biophysics.* Saunders, Philadelphia, 1960.

Sargent, J. D., Green, E. E. y Walters, E. D. The use of autogenic feedback training in a pilot study of migraine and tension headaches. *Headache* 1972, *12,* 120-124.

Shapiro, A. K. A contribution to a history of the placebo effect. *Behav. Sci.* 1960, *5,* 109-135.

Shapiro, A. K. Placebo effects in medicine, psychotherapy, and psychoanalysis. En la obra *Handbook of Psychotherapy and Behavior Change: Empirical Analysis,* de A. E. Bergin y S. L. Garfield (dirs.). Wiley, Nueva York, 1971, págs. 439-473.

Shapiro. A. P., Myers, T., Reiser, M. F. y Ferris, E. B. Comparison of blood pressure response to Veriloid and to the doctor. *Psychosom. Med.* 1954, *16,* 478-488.

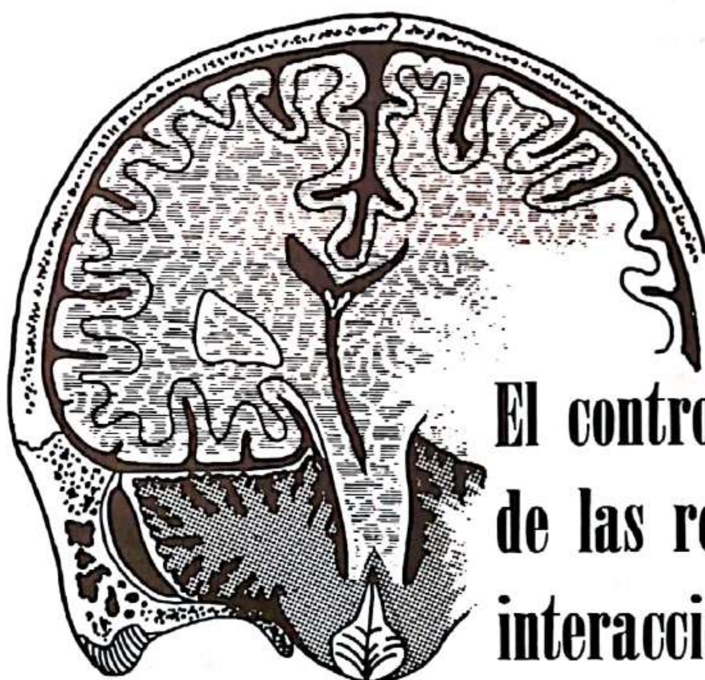
Shapiro, D., Tursky, B. y Schwartz, G. E. Differentiation of heart rate and systolic blood pressure in man by operant conditioning. *Psychosom. Med.* 1970, *32,* 417-423.

Slaughter, J., Hahn, W. y Rinaldi, P. Instrumental conditioning of heart rate in the curarized rat with varied amounts of pretraining. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 1970, *72,* 356-359.

Sterman, M. B. Neurophysiological and clinical studies of sensorimotor EEG biofeedback training: Some effects on epilepsy. *Semin. Psychiat.* 1973, *5,* 507-525.

Sternbach, R. A. The effects of instructional sets on autonomic responsivity. *Psychophysiology,* 1964, *1,* 67-72.

4



El control instrumental de las respuestas autónomas: interacciones entre el condicionamiento cardiovascular y la ejecución*

*Este trabajo fue auspiciado por la San Diego State University Foundation, subcontrato número N00014-70-C-0350.

Joseph V. Brady y sus colaboradores se plantean experimentalmente el problema del control operante del sistema nervioso autónomo, en aquellas condiciones en las cuales se elige la ejecución de otra respuesta; en este caso, la realización de una tarea de vigilancia.

El problema es muy importante por cuanto a las aplicaciones terapéuticas de las técnicas de retroalimentación biológica. No sólo se necesita investigar la posibilidad de aplicar lo aprendido, en el laboratorio o en la clínica, a las condiciones naturales, sino que también es importante constatar si el comprometerse en otra tarea daña la denominada por Brady autorregulación autónoma.

Los datos experimentales nos demuestran que por lo que respecta al condicionamiento cardiovascular, es factible sostener la autorregulación cuando se realizan tareas de vigilancia. Sin embargo, el trabajo de Brady nos hace ver que la tarea de vigilancia se deteriora cuando el condicionamiento se dirige a disminuir el ritmo cardiaco. Parece ser que estamos aquí frente a condiciones más generales de activación o falta de activación que no sólo involucran el sistema cardiovascular, sino también a otros sistemas del organismo. Lo anterior es algo que debe tener muy en cuenta quien se dedique a esta área de estudio.

Joseph V. Brady,
Joseph H. Stephens,
Alan H. Harris.
John W. Shaffer y
David T. Krausman
Universidad John Hopkins,
Baltimore, Maryland

Durante la última década han sido publicados muchos estudios en los que se describe el empleo de las técnicas de condicionamiento operante o instrumental en el control de procesos fisiológicos; en tales estudios, el tema sobre las respuestas cardiovasculares ha ocupado un lugar preponderante en los procedimientos que se denominan de retroalimentación biológica (Stoyva y col., 1970, 1971; Shapiro y col., 1972, 1973; Harris y Brady, 1974). A través de este desarrollo, cada vez más notable, las preocupaciones metodológicas y de tipo teórico acerca de los fenómenos mediacionales, la especificidad de la respuesta, y la eficacia terapéutica (véase capítulo 3), han proporcionado la ocasión para evaluar las interacciones entre los efectos del condicionamiento operante cardiovascular y concomitantes fisiológicas tales como la respiración y la actividad electromiográfica entre otras (Katkin y Murray, 1968; Obrist y col., 1970; Black y col., 1971; Birk, 1973). Sin embargo, se ha dirigido poca o ninguna atención a la relación que existe entre tales procedimientos de control autónomo instrumental y las interacciones con la ejecución conductual mantenida en forma concurrente. El presente trabajo describe algunas observaciones experimentales pertinentes a las interacciones entre los cambios del ritmo cardiaco, controlados instrumentalmente, y la ejecución continua en una tarea de vigilancia que requería la detección de señales visuales en condiciones que implican la presencia o ausencia de tensión conductual.

SUJETOS

Cuatro mujeres y nueve hombres voluntarios cuyas edades fluctuaban entre los 21 y los 26 años, participaron como sujetos en el experimento. Todos eran estudiantes universitarios que habían respondido a anuncios puestos en tableros en la escuela. Un procedimiento riguroso de evaluación determinó que ninguno tenía trastornos médicos o psiquiátricos y que nadie de ellos estaba sometido a tratamiento médico al llevarse a cabo el experimento.

APARATOS Y PROCEDIMIENTO

Los sujetos se reclinaban en una cama frente a una pantalla de retroalimentación en un cuarto sonoamortiguado, como se ilustra en la figura 4.1 Además del ritmo cardiaco, se obtuvieron registros continuos de la respiración (a través de un cinturón detector de tensión alrededor del pecho) y del potencial de la piel (por medio de electrodos estándar de cloruro de plata entre la palma y el codo izquierdo). También se realizaron mediciones intermitentes de la presión sanguínea empleando un manguillo automático y una sonda arterial Roche.

Se emplearon las técnicas pletismográficas descritas por Brown (1967) para vigilar los fenómenos de tasa vascular en lugar de los métodos convencionales de electrocardiografía (ECG), con el fin de eliminar los efectos distorsionadores de los potenciales de polarización, artefactos de movimientos o la entrada de ruido sea eléctrico o de otro tipo, el cual normalmente se asocia a las medidas dermoeléctricas. Los métodos de instrumentación para el monitoreo, la detección y el condicionamiento a la señal eléctrica, de los cambios en la tasa vascular, tal y como los describió Krasman (1970a), fueron bastante confiables y relativamente insensibles a los cambios vasodilativos y vasoconstrictivos que usualmente se encuentran en las medidas de pletismografía.

Se registraron continuamente las señales pletismográficas que informaban acerca de la tasa cardiaca (volumen del pulso sanguíneo) en un polígrafo Beckman tipo R. El análogo del volumen del pulso sanguíneo fue derivado de un transductor fotoeléctrico pletismográfico Hewlett Packard (modelo 78016) colocado en el lóbulo de la oreja izquierda del sujeto. La señal amplificada del pletismógrafo fue empleada para disparar un cardiotacómetro Beckman (modelo 9857) conectado al canal correspondiente del polígrafo. La señal de salida

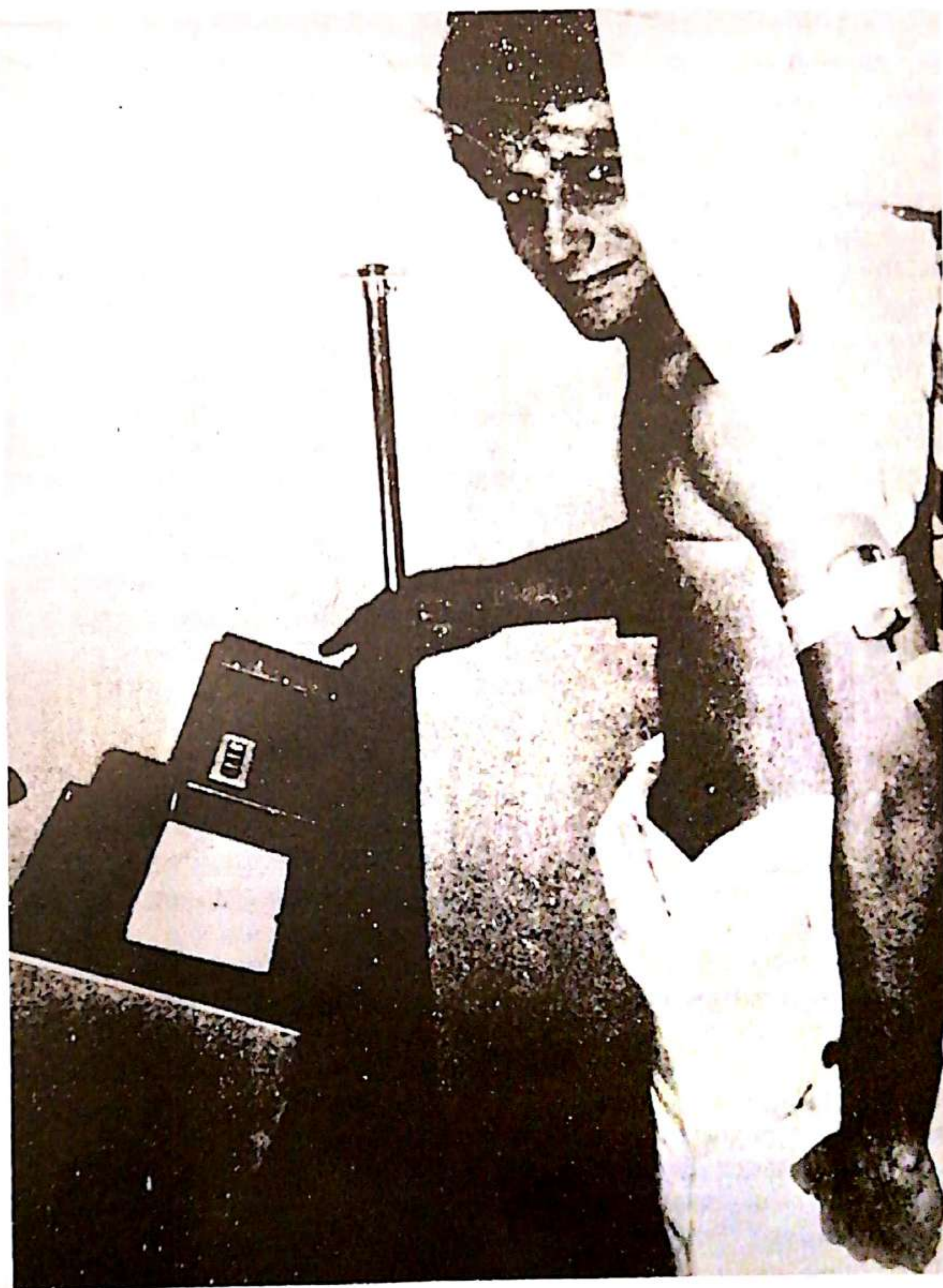


Fig. 4.1. El sujeto en posición reclinada frente al exhibidor de retroalimentación en un cuarto sonoamortiguado.

del canal del cardiotacómetro, que producía una proyección análoga latido a latido, del ritmo cardiaco, fue utilizada para proporcionar una retroalimentación discreta del ritmo cardiaco, tanto al sujeto como al experimentador. La señal del cardiotacómetro dirigida hacia el experimentador aparecía en un relevador métrico Simpson (modelo 3324). La escala del relevador métrico fue modificada y calibrada para representar 40 latidos por minuto en la deflección cero y 160 latidos por minuto en la deflección total de la escala. Dos indicadores ajustables de límites, puestos en la parte delantera de la escala del relevador métrico, proporcionaban controles para el nivel del criterio variable, tanto para los procedimientos de elevación como para los de disminución del ritmo cardiaco. La señal del cardiotacómetro proporcionada como retroalimentación al sujeto aparecía en un tablero medidor iluminado, de 20 cm, marca Simpson (modelo 728T). La escala del medidor de retroalimentación del sujeto fue también modificada y calibrada para representar 40 latidos por minuto en la deflección cero y 160 latidos por minuto en la deflección total de la escala. Un tono auditivo dado en forma de pulsos se sincronizó para variar en tasa y en tono como una función del ritmo cardiaco (un aumento en el ritmo cardiaco producía una mayor tasa de pulsación y un tono más alto), de esta manera se proporcionaba una retroalimentación audible discreta, latido a latido. Una unidad que consistía en un contador iluminado en un exhibidor digital de tres números, estaba montada en un tablero, directamente encima del medidor con el que se retroalimentaba el ritmo cardiaco del sujeto. La presentación digital correspondía a la disposición previamente calibrada con la que el experimentador fijaba el criterio de respuesta con el indicador métrico ajustable. Otro tablero montado junto al medidor del ritmo cardiaco del sujeto proveía la presentación de dos señales luminosas diferentes para indicar cuando estaban en efecto, los requerimientos del programa para elevar (color rojo) o disminuir (color verde) el ritmo cardiaco. Además, una tercera luz (color ámbar) se iluminaba en el tablero cada vez, y durante todo el tiempo, que el sujeto lograba o excedía el criterio requerido de cambio en el ritmo cardiaco. Un contador digital en el panel también hacía los conteos (uno por segundo) correspondientes a las recompensas monetarias (½ centavo por conteo) cada vez que la luz ámbar estaba iluminada.

Una *T*area de *E*jecución *C*ontinua (TEC), modificada de un método descrito por Rosvald y col. (1956), fue programada a lo largo de varias fases del experimento. Consistía en una exhibición serial de 12 letras del alfabeto en una pantalla IEE de un plano (modelo 120), en la que se proyectaban las letras por detrás. Las 12 letras fueron

programadas azarosamente en una cinta perforada de papel y presentadas al sujeto por medio de un lector de cinta de papel Ohrtronics (modelo 119) y un controlador construido en el laboratorio (Brown y Krausman, 1967). Se instruyó al sujeto a presionar un interruptor manual cada vez que aparecía una *x*. Se presentaron las letras con una duración de 0.1 segundo a una tasa de dos por segundo. Se presentaron 24 *x* cada minuto. Se registraron los tiempos de reacción (con una exactitud de 0.001 segundo), así como las respuestas correctas e incorrectas, en un impresor digital Hewlett Packard (modelo 561B). Las respuestas correctas del sujeto fueron también indicadas por el encendido de una luz (azul) en el tablero de retroalimentación montado directamente debajo de la pantalla del proyector IEE.

Las condiciones de tensión conductual fueron programadas en la forma de un procedimiento de condicionamiento cardiovascular de tipo clásico y de naturaleza aversiva, que era una modificación del método de la "respuesta emocional condicionada" o "supresión condicionada", estudiado extensamente en el laboratorio animal (Brady, 1969). Las presentaciones recurrentes del sonido de un "click" que se continuaba por un minuto se asociaron a la aplicación de breves descargas eléctricas (5 a 15 ma, por 0.5 de segundo) emitidos por una fuente constante (Krausman, 1970b) a través de dos electrodos cuadrados de 4 cm, colocados con pasta electrolítica y separados a una distancia de 6 cm, en la pierna izquierda. Cada sujeto determinaba su propio nivel de choque "doloroso pero tolerable" durante los intervalos preexperimentales en los que se dieron las instrucciones, sin que un solo valor excediera los 15 ma o fuera menor de 5 ma. Se comparó el ritmo cardiaco que se registraba durante un intervalo de un minuto antes del sonido del click con el ritmo cardiaco que se recogía durante el intervalo de un minuto en el que duraba el sonido, con el objeto de proporcionar una medida del condicionamiento clásico cardiovascular.

Un sistema de contadores, relojes, registradores electrofisiológicos, y módulos lógicos de estado sólido, se encargaba de la programación remota y automática de las secuencias y procedimientos experimentales, así como del registro de las respuestas fisiológicas y de las medidas de ejecución conductual.

Todos los sujetos participaron en 11 sesiones experimentales, cada una de éstas con una duración entre 1:30 h y 1:45 h, espaciadas aproximadamente a intervalos de una semana. Las sesiones 1, 2 y 3 se destinaron a introducir y estabilizar de manera independiente cada uno de los tres procedimientos básicos (es decir, control instrumental del ritmo cardiaco, ejecución de vigilancia continua, y condi-

cionamiento clásico cardiovascular). Cada condición se programaba en ausencia de las otras dos. Las sesiones 4, 5 y 6 fueron diseñadas para evaluar las interacciones dobles entre el control instrumental del ritmo cardiaco y la ejecución de vigilancia continua y, por otro lado, entre el condicionamiento clásico cardiovascular y el control instrumental del ritmo cardiaco, durante intervalos que permitían la programación concurrente de cada uno de los pares de estados indicados, en la ausencia del otro. Finalmente, las sesiones 9, 10 y 11 probaron las interacciones complejas entre las tres condiciones durante intervalos que permitían la programación concurrente del control instrumental del ritmo cardiaco, la ejecución de vigilancia continua, y el procedimiento de condicionamiento clásico cardiovascular. Respecto a ésto último, las sesiones 10 y 11 difirieron en cuanto a procedimiento, de las sesiones 1 a 9 en que un intervalo continuo de 30 minutos, con las tres condiciones en efecto, alternaba con un intervalo control de 30 minutos. Durante las sesiones de la 1 a la 9 se programaron intervalos de *elevación* o *disminución* del ritmo cardiaco, de sólo 10 minutos de duración, entremezclados con intervalos control de 10 minutos, durante los que no se requería de autorregulación autónoma. Todas las sesiones eran iniciadas y terminadas con un periodo basal de 10 minutos en los que se registraba el ritmo cardiaco, sin programar ninguna de las condiciones experimentales. Los periodos basales de 10 minutos antes de cada experimento sirvieron para proporcionar los promedios del ritmo cardiaco empleados para determinar los valores criterio para los intervalos subsiguientes de "elevación" o "disminución" que se iban a emplear en esa sesión experimental particular. Se utilizaron incrementos de 5 a 10 latidos por minuto (lpm) en el entrenamiento de "elevación", y de 3 a 5 lpm para establecer "disminuciones". Cuando se determinaron dichos valores de criterio, basándose en los niveles control iniciales, éstos permanecieron constantes a lo largo de cualquier sesión experimental determinada.

CUANTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Se calculó el promedio del ritmo cardiaco para los diversos periodos de medición a partir de los contadores automáticos que registraban el número de latidos del corazón en el intervalo indicado; éstos fueron después divididos entre la longitud del intervalo en minutos. Se expresó el puntaje de ritmo cardiaco de cada intervalo experimental

(es decir, intento de elevación o de disminución, ejecución de vigilancia, y/o presentación del sonido de click) como un cambio promedio de la línea base (o sea el periodo basal de 10 minutos) en latidos por minuto.

Se calculó el porcentaje de detecciones correctas en la *T*area de *E*jecución *C*ontinua (TEC) para los diversos periodos de medición, de los contadores automáticos que registraban tanto el número total de presentaciones de la *x* como el número de respuestas correctas para el intervalo indicado. Se expresó el puntaje de ejecución TEC para cada intervalo experimental (es decir, intento de *elevar* o de *disminuir* el ritmo cardiaco, apareamientos choque-sonido etc.) como un cambio promedio de la línea base (es decir, los periodos de la ejecución TEC en la ausencia de intentos de controlar el ritmo cardiaco o fuera del periodo de condicionamiento clásico cardiovascular) en el porcentaje de detecciones correctas. Además, se calcularon las latencias de las respuestas de detección visual en la tarea de ejecución continua para los diversos periodos de medición, de un impresor digital que registraba cada latencia y proporcionaba puntajes para cada intervalo experimental expresados como un cambio promedio de la línea base en 0.001 segundo. Los cambios promedio estadísticamente significativos de la línea base para el grupo de 13 sujetos fueron obvios, y de manera sistemática evaluados con el test no paramétrico del signo (Siegel, 1956). Se adoptó el nivel de significancia de 0.05 a lo largo de todo el experimento.

RESULTADOS

Autorregulación autónoma

Durante las primeras tres sesiones experimentales, los 13 sujetos lograron *incrementos* promedio consistentes en su ritmo cardiaco, sobre los valores de línea base, durante los intervalos periódicos de 10 minutos de *elevación* ($P < 0.05$). En la sección superior de la figura 4.2 se muestran los valores individuales de cada sujeto (que fluctuaron entre 4 y 15 latidos por minuto de la línea base) durante los intervalos de elevación promediados en las sesiones experimentales 4, 5 y 6. Sin embargo, se observaron efectos menos consistentes con respecto al logro de decrementos del ritmo cardiaco durante los intervalos de 10 minutos, de disminución. Por ejemplo, la sección inferior de la figura 3.2 muestra que durante las sesiones 4, 5 y 6, los valores promedio individuales fluctuaron entre 0 y -8 lpm, sin que varios sujetos lograran disminuciones confiables del ritmo cardiaco.

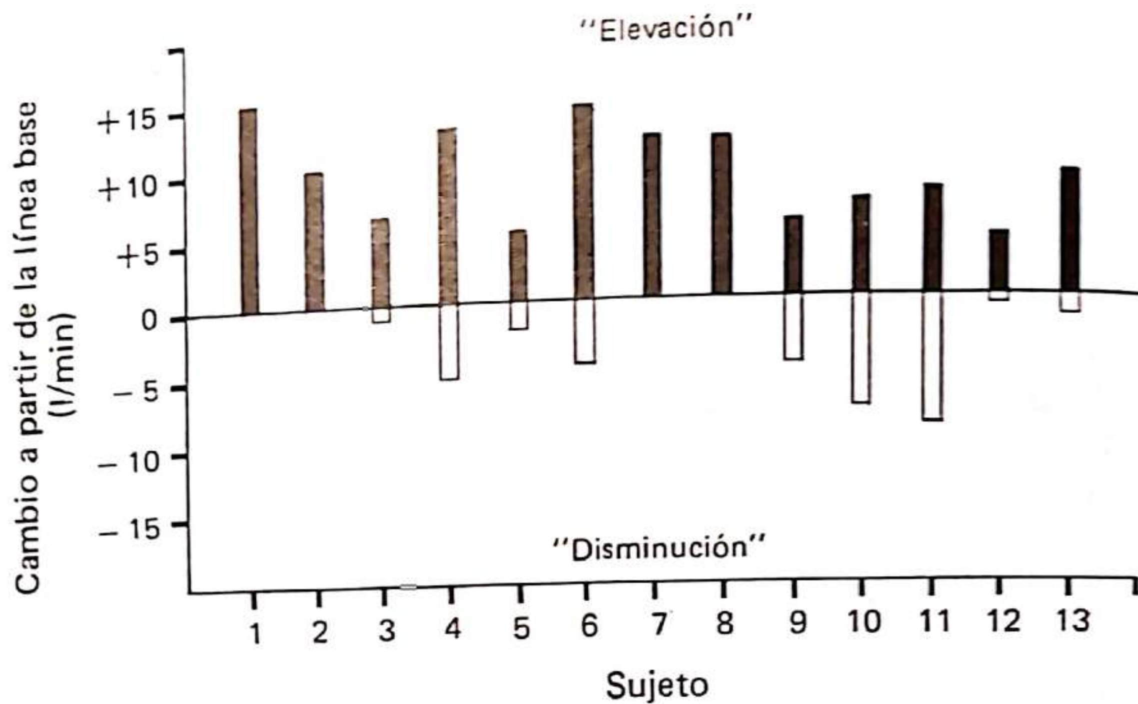


Fig. 4.2. Efecto del condicionamiento instrumental autónomo en el ritmo cardiaco.

Interacciones entre la autorregulación autónoma y la tarea de ejecución continua

Cuando se comparan los valores de autorregulación autónoma, mostrados en la figura 4.2, con los valores promedio logrados por cada sujeto durante los intervalos de elevación o disminución, programados concurrentemente con la tarea de ejecución continua, como se muestra en la figura 4.3, para las sesiones experimentales 4, 5 y 6, se observan pocas diferencias, lo que indica que el requisito concurrente de la TEC ejerció muy poco efecto en el control instrumental del ritmo cardiaco. Este hallazgo es consistente con la observación de que los valores del ritmo cardiaco registrados durante los intervalos de TEC cuando faltaba el requisito de control instrumental de ritmo cardiaco, no difirieron significativamente de los valores del ritmo cardiaco registrados durante los periodos basales.

Por otro lado, la autorregulación autónoma afectó significativamente ciertos aspectos seleccionados de la tarea de ejecución continua. Por ejemplo, en la figura 4.4 se muestran los cambios en la latencia promedio de la respuesta de detección visual, observados en los 13 sujetos, durante los segmentos concurrentes de control instrumental del ritmo cardiaco de las sesiones experimentales 4, 5 y 6. Evidentemente, los cambios de mayor magnitud aparecieron como *incrementos* en la latencia de la respuesta de detección visual durante los intervalos de *decremento* del ritmo cardiaco ($P < 0.05$), como se muestra

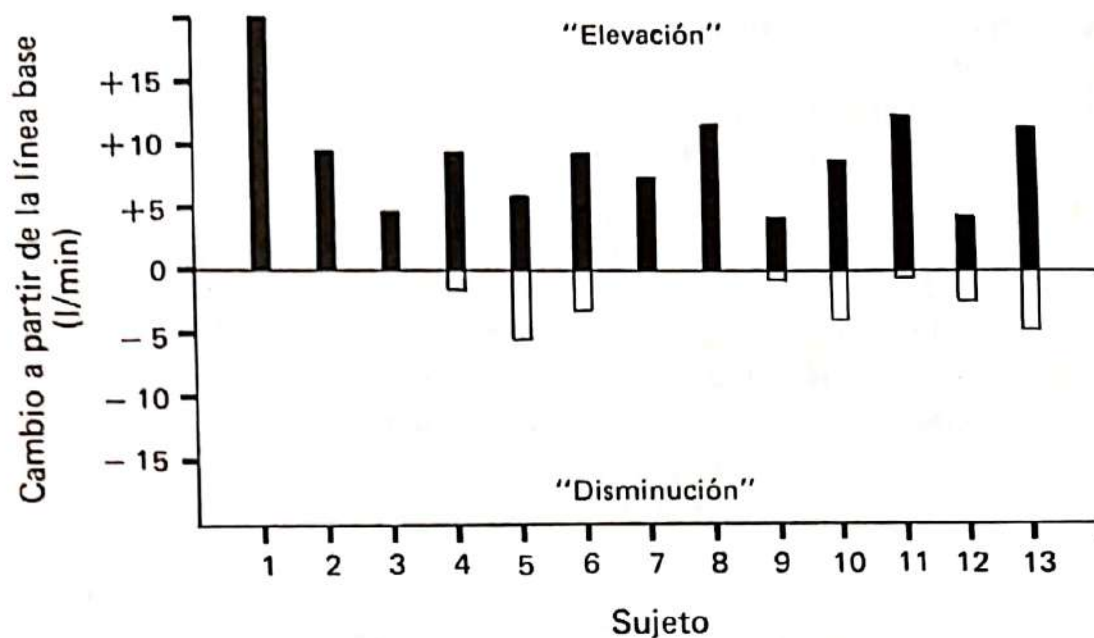


Fig. 4.3. Efecto del condicionamiento instrumental autónomo en el ritmo cardiaco durante la ejecución de vigilancia continua.

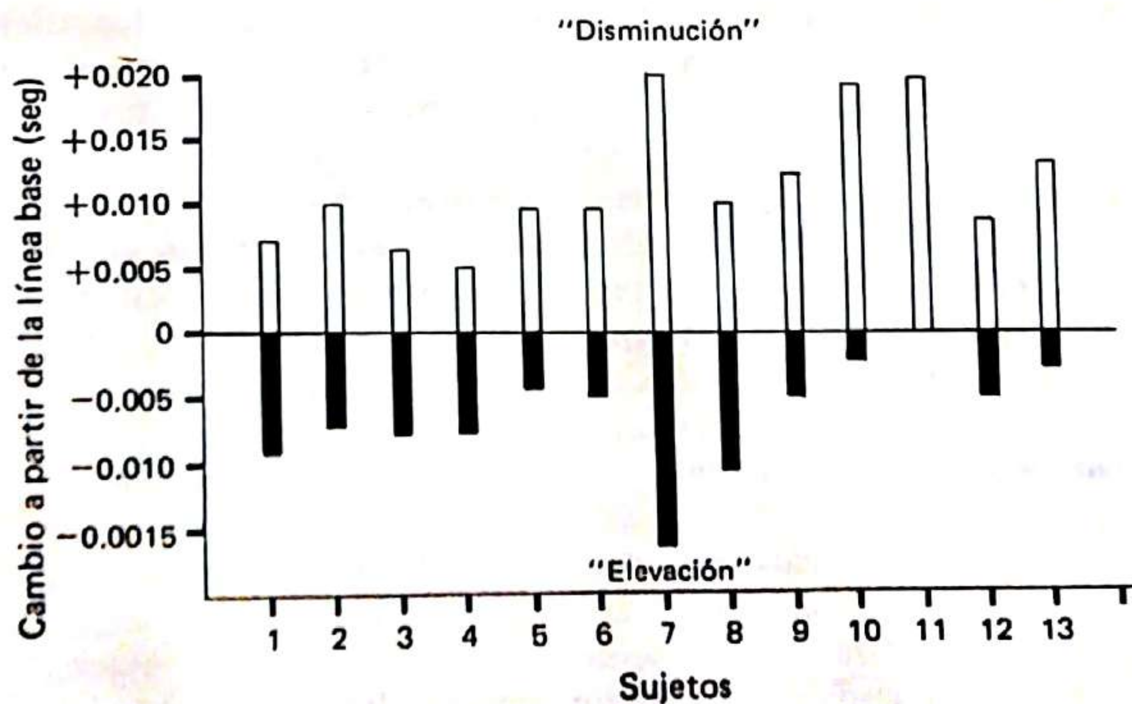


Fig. 4.4. Efecto del condicionamiento instrumental autónomo en las latencias de la respuesta de detección visual.

en las barras rayadas en la sección superior de la figura 4.4. Sin embargo, se observaron consistentemente decrementos en la latencia durante las elevaciones del ritmo cardiaco, en todos (menos uno, sujeto 11) los sujetos ($P < 0.05$), como se muestra en la sección inferior de la figura 4.4.

Un cambio en el porcentaje de las detecciones visuales correctas durante los intervalos de disminución del ritmo cardiaco, reflejó también un decremento significativo en la exactitud de la ejecución en el TEC. La sección inferior de la figura 4.5 muestra los porcentajes individuales promedio de los cambios correctos en las sesiones 4, 5 y 6, durante la disminución del ritmo cardiaco, y confirma el hecho de que 12 de los 13 sujetos realizaron una ejecución de menos exactitud en la tarea de detección visual cuando estaban en efecto las condiciones de disminución del ritmo cardiaco. Por otro lado, se observó que las elevaciones del ritmo cardiaco ejercieron efectos menos consistentes en cuanto a la exactitud de la ejecución de la detección visual. Las disminuciones en la exactitud de la detección visual, registradas durante las elevaciones del ritmo cardiaco (mostradas en la sección superior de la figura 4.5), fueron por lo general no sólo, de magnitud inferior a las observadas durante los intervalos de disminución, sino que además, varios de los sujetos mostraron incrementos confiables en la exactitud de la ejecución durante las elevaciones del ritmo cardiaco. La consistencia de este último hallazgo se ilustra con respecto a dos de los sujetos (es decir, los sujetos 8 y 13), en la figura 4.6, en la que se muestra la relación entre los aumentos en el ritmo cardiaco y el porcentaje de respuestas correctas durante cada una de las cuatro sesiones experimentales, (o sea, las sesiones 4, 5, 6 y 10), en las que eran posibles tales comparaciones directas. La sesión 10 consistió en un intervalo continuo de 30 minutos de elevación del ritmo cardiaco, y un intervalo continuo de línea base de 30 minutos, ambos acompañados por el requisito de la ejecución continua de vigilancia.

Condicionamiento clásico aversivo

La exposición repetida del procedimiento de aparear el choque y el sonido de click durante las sesiones experimentales 2 y 3 propició decrementos del ritmo cardiaco, en respuesta a la presentación de la señal de alarma auditiva condicionada. La figura 4.7 muestra los cambios individuales promedio en ritmo cardiaco para los seis periodos de un minuto con el sonido de click presente, durante los intervalos de 10 minutos de línea base al final de las sesiones expe-

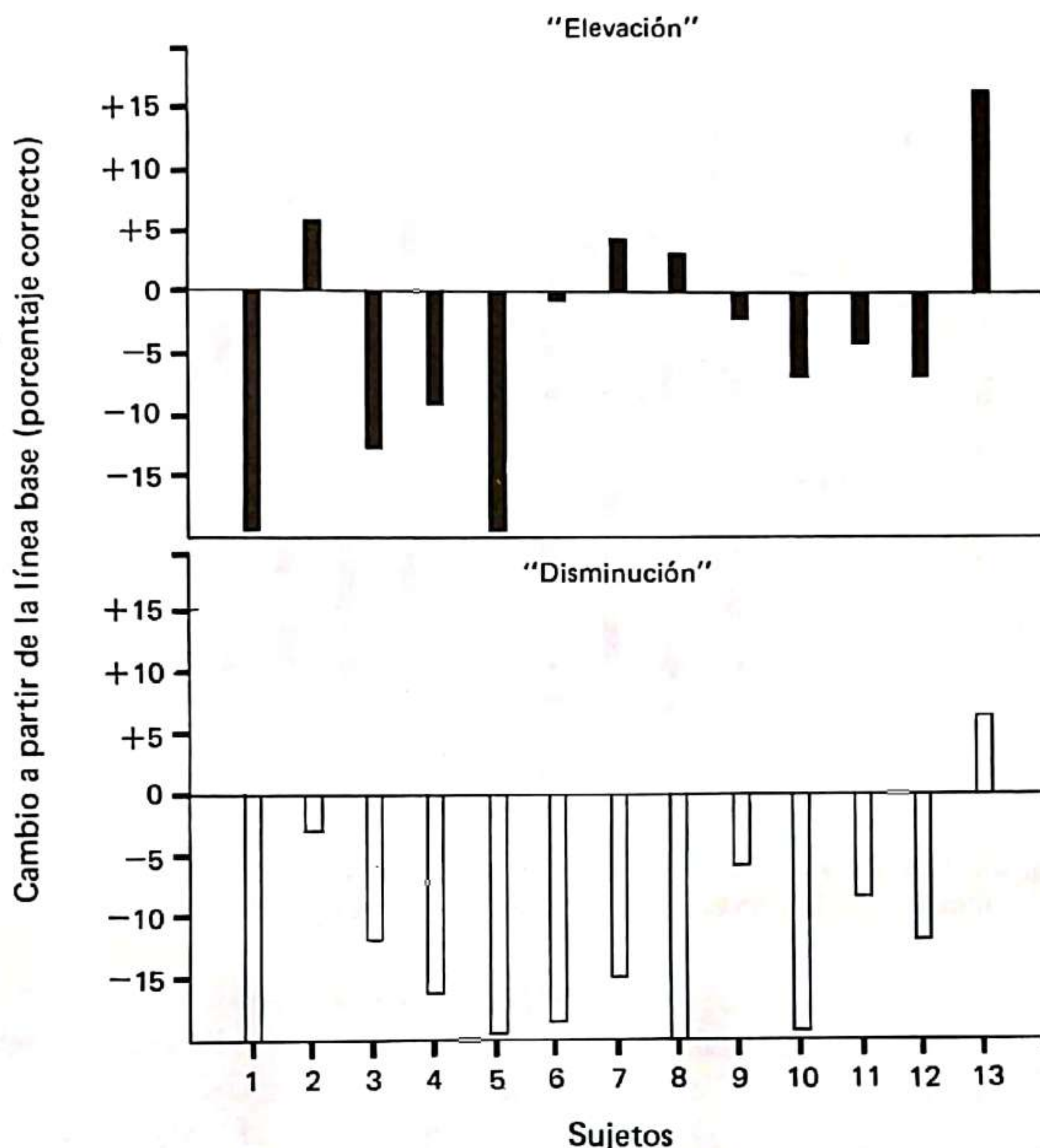


Fig. 4.5. Efecto del condicionamiento instrumental autónomo en el porcentaje de detecciones visuales correctas.

rimentales 2 y 3. En 12 de los 13 sujetos, las presentaciones del sonido de click suprimieron consistentemente el ritmo cardiaco (comparado a los periodos de línea base sin el sonido) cuando no se demandaba la autorregulación autónoma o se pedía la tarea de ejecución continua, concurrentemente ($P < 0.05$).

Interacciones entre el condicionamiento clásico aversivo y la autorregulación autónoma

Cuando el procedimiento de aparear el sonido con el choque fue programado repetidamente durante los intervalos de control autónomo, en ausencia de la ejecución conductual (TEC) y durante la

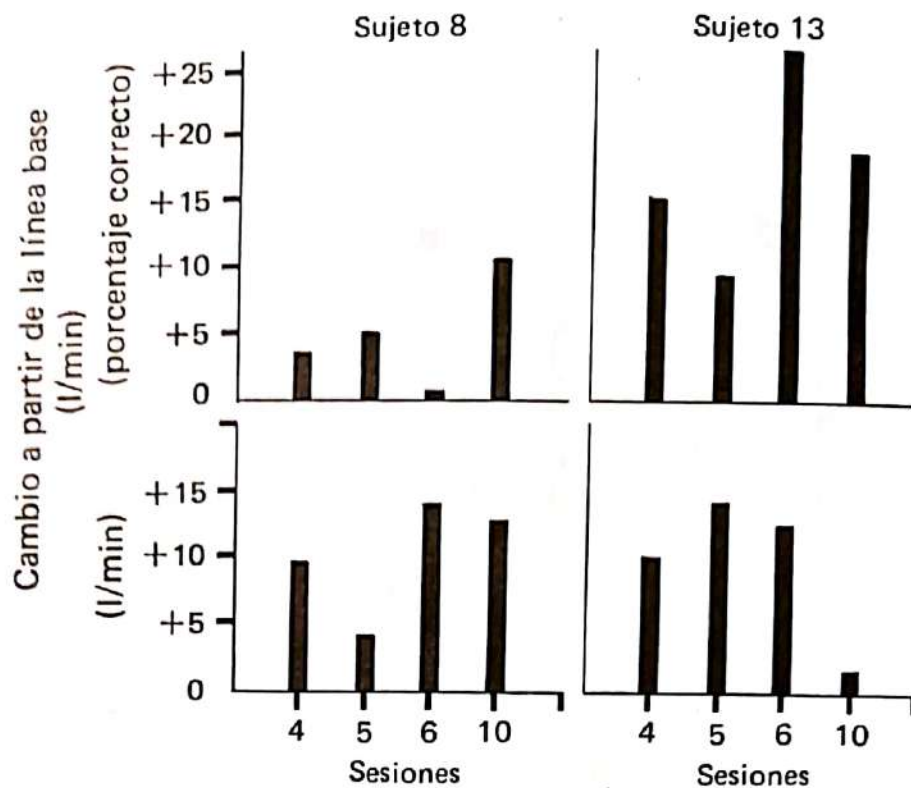


Fig. 4.6. Relación entre porcentaje de detecciones visuales correctas y control instrumental de la "elevación" del ritmo cardiaco para los sujetos 8 y 13.

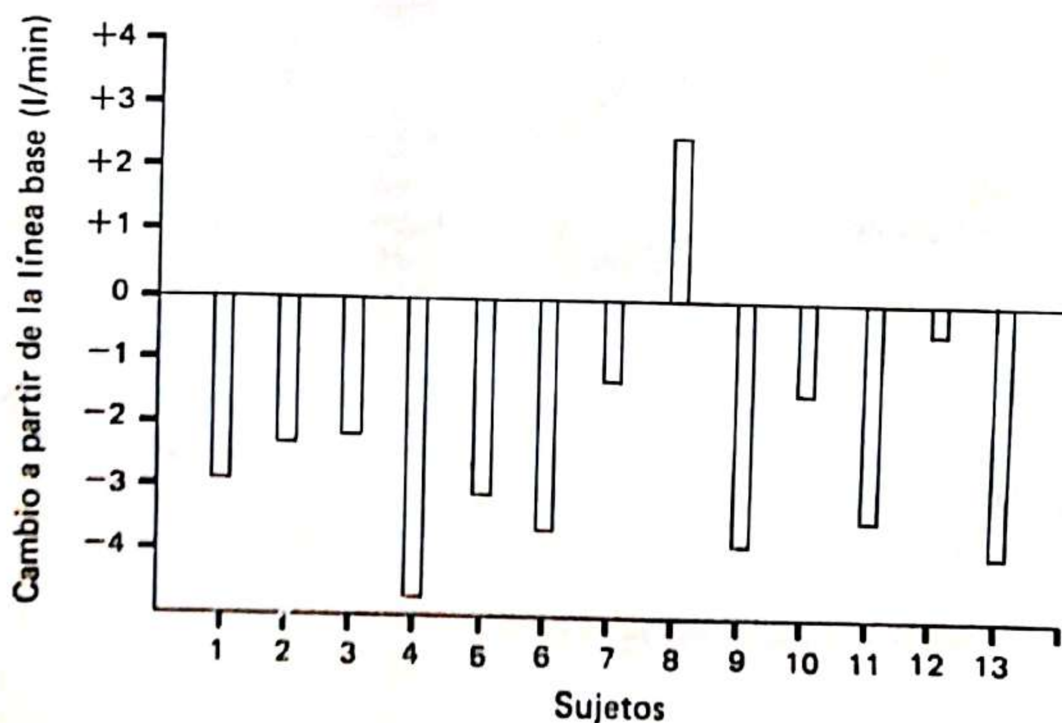


Fig. 4.7. Efecto de las presentaciones del sonido sobre el ritmo cardiaco durante los ensayos de condicionamiento clásico aversivo.

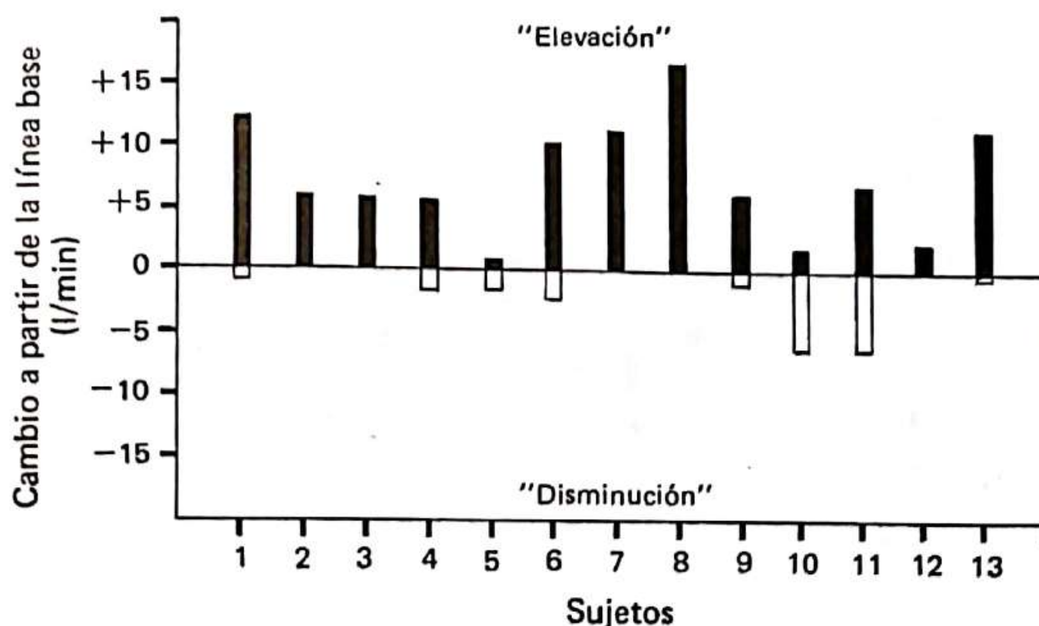


Fig. 4.8. Efecto del condicionamiento instrumental autónomo en el ritmo cardiaco durante los ensayos de condicionamiento clásico aversivo.

sesión 8, los cambios de elevación y de disminución del ritmo cardiaco continuaron ocurriendo, como se muestra en la figura 4.8. Sin embargo, la comparación de estos valores con los mostrados en la figura 4.2, para las sesiones experimentales 4, 5 y 6, sugiere que se pudo haber producido alguna atenuación en la *A*utorregulación *A*utónoma (AA), producida por la sobreimposición del procedimiento de *C*ondicionamiento *C*lásico *A*versivo (CCA). Las interacciones entre el control autónomo operante y el condicionamiento clásico cardiovascular aversivo se hicieron aún más evidentes cuando los efectos de los apareamientos del choque y el sonido fueron evaluados durante los intervalos de elevación concurrente y de disminución concurrente del ritmo cardiaco. En la figura 4.9 se muestra una comparación de los cambios en el ritmo cardiaco, en respuesta a las presentaciones del sonido durante los intervalos de elevación de dicho ritmo, con los cambios inducidos por el sonido durante los intervalos de disminución de aquél, y confirman que se produjo una atenuación significativa de la supresión del ritmo cardiaco en respuesta al sonido, por la elevación del ritmo cardiaco (sección superior de la figura 4.9), comparado con los intervalos de disminución (parte inferior de la figura 4.9) y los intervalos sin AA mostrados en la figura 4.7 ($P < 0.05$).

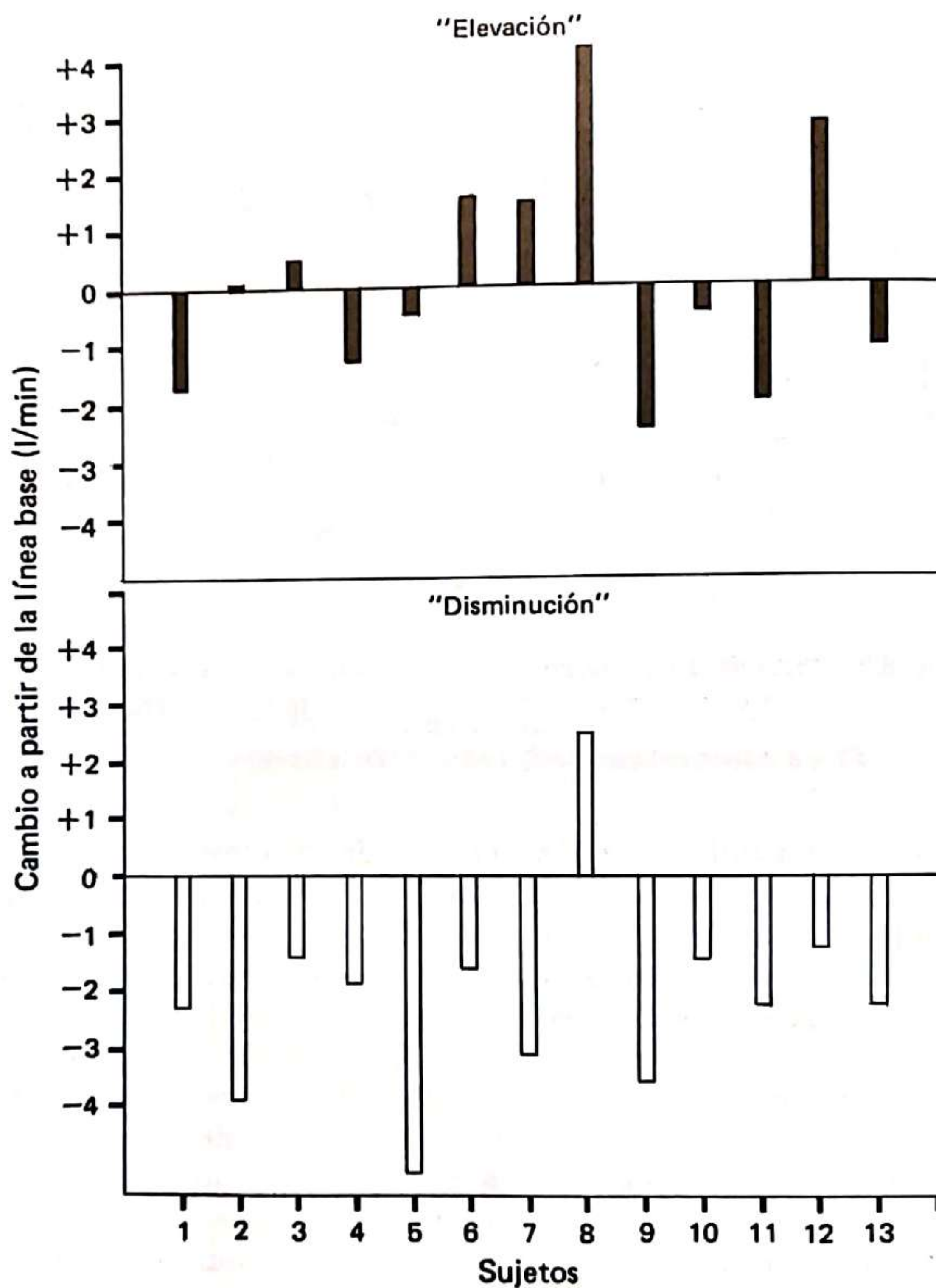


Fig. 4.9. Efecto, de las presentaciones del sonido en el ritmo cardiaco durante el control instrumental de "elevación" y "disminución" del propio ritmo cardiaco.

Interacciones entre el condicionamiento clásico aversivo y la tarea de ejecución continua

Cuando se programó repetidamente el procedimiento de aparear el choque con el sonido (CCA) durante los intervalos continuos de la ejecución de vigilancia (TEC), en ausencia de los requisitos de control operante autónomo (es decir, sin elevación o disminución del ritmo cardiaco), 12 de los 13 sujetos mostraron un decremento en la ejecución de vigilancia, como se refleja en el porcentaje correspondiente ($P < 0.05$). En la figura 4.10 se muestra el cambio, comparado con la línea base (intervalos de ejecución de vigilancia sin AA ni CCA), en el porcentaje de detecciones visuales correctas (sección superior de la figura 4.10) y en las latencias de la respuesta de detección visual (parte inferior de la figura 4.10), durante los intervalos continuos de ejecución de vigilancia con los apareamientos sonido-choque sobreimpuestos (sesiones 7, 10 y 11). Solamente el sujeto 10 no mostró el decremento indicado en la exactitud de la ejecución reflejada en el cambio del porcentaje de respuestas correctas, comparado con la línea base. Por otro lado, las latencias de la respuesta de detección visual no estuvieron relacionadas sistemáticamente con estos cambios en la exactitud de la ejecución. Sin embargo, se observó poco cambio en el efecto supresor del CCA en el ritmo cardiaco durante los intervalos con TEC programados concurrentemente, como se muestra en la figura 4.11, que resume los cambios promedio en el ritmo cardiaco en respuesta a las presentaciones del sonido de click durante los intervalos con CCA y TEC concurrentes en las sesiones experimentales 7, 10 y 11. Los cambios en el ritmo cardiaco a partir de la línea base en respuesta al sonido no fueron durante estos intervalos muy diferentes de los valores mostrados en la figura 4.7 para las sesiones experimentales 2 y 3 con CCA en ausencia de TEC o AA.

Interacciones entre la autorregulación autónoma, la tarea de ejecución continua y el condicionamiento clásico aversivo

Cuando se requirieron elevaciones o disminuciones del ritmo cardiaco (AA) durante los intervalos programados con la tarea de ejecución continua (TEC) y los apareamientos sonido-choque (CCA), se continuó logrando la autorregulación autónoma. Por ejemplo, en la figura 4.12 se muestra el cambio promedio, a partir de la línea base, en el ritmo cardiaco en latidos por minuto, para cada sujeto, duran-

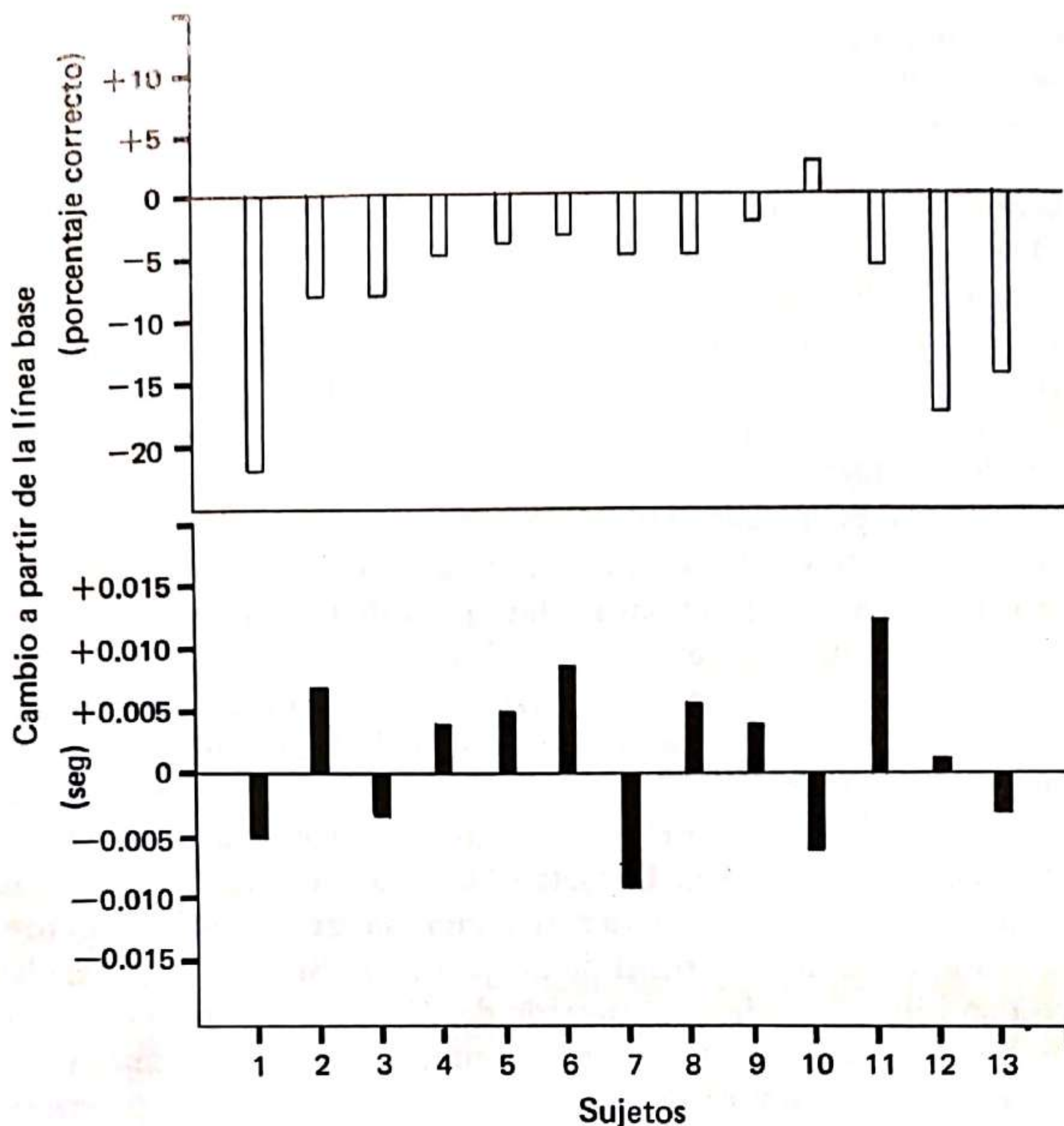


Fig. 4.10. Efecto de las presentaciones del sonido en la detección visual durante la ejecución de vigilancia continua.

te los intervalos de elevación y de disminución de las sesiones 9, 10 y 11, que incluían concurrentemente la TEC y el CCA. Cuando se comparan con valores del ritmo cardiaco similares de elevacion y disminución, obtenidos bajo condiciones sin actividad concurrente (figura 4.2), con TEC concurrente (figura 4.3) o con CCA (figura 4.8), estos hallazgos confirman el hecho de que la TEC y/o el CCA tuvieron poco o ningún control operante cardiovascular, con la posible excepción de atenuar un poco la disminución del ritmo cardiaco.

Por otro lado, el efecto obtenido en la ejecución de vigilancia concurrente al combinarla con condicionamiento operante cardiovascular y condicionamiento clásico aversivo cardiovascular, pareció diferente de las medidas de TEC solas o de las medidas de TEC combinadas, ya

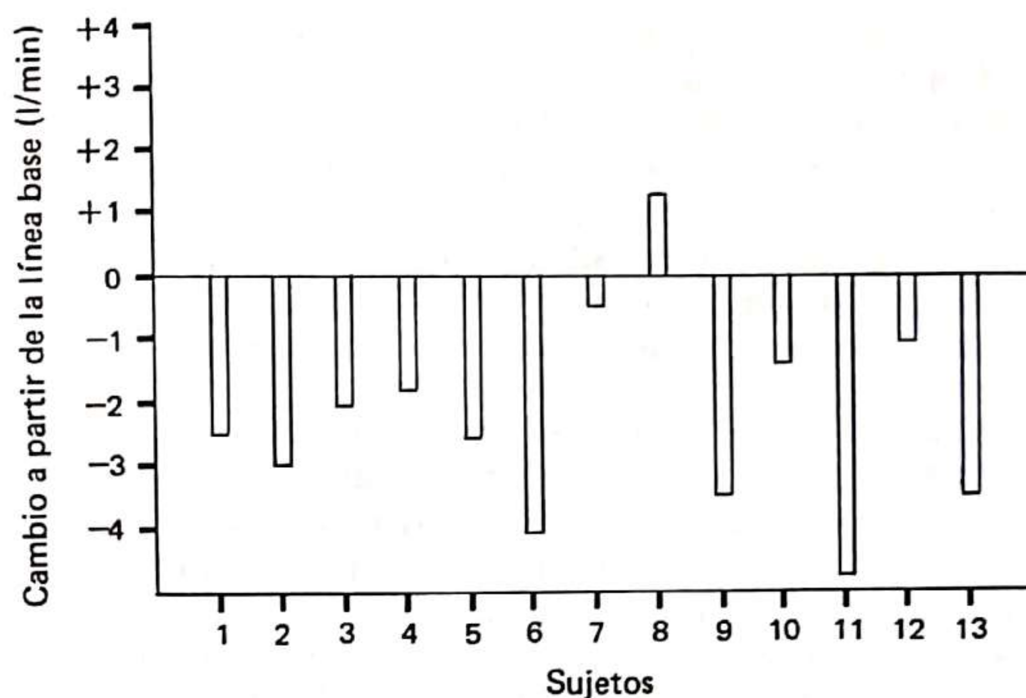


Fig. 4.11. Efecto de las presentaciones del sonido en el ritmo cardiaco durante la tarea de ejecución continua.

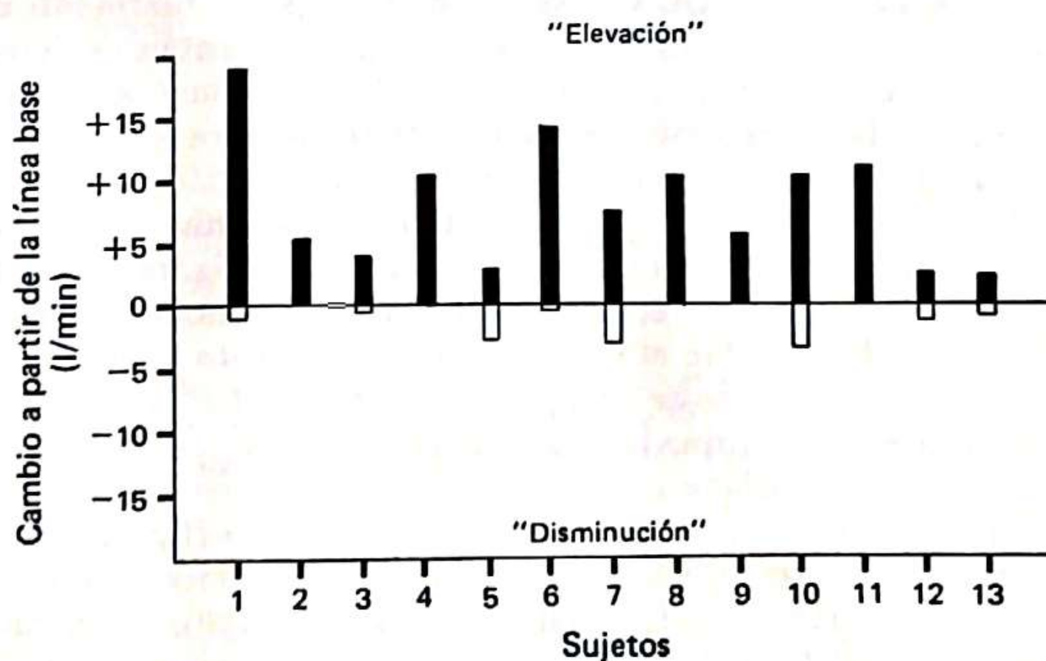


Fig. 4.12. Efecto del condicionamiento instrumental autónomo en el ritmo cardiaco durante la tarea de ejecución continua y el condicionamiento clásico aversivo, concurrentemente.

sea con AA o con CCA (pero no con ambas). Por ejemplo, en las figuras 4.4, 4.5 y 4.6 se resumen los efectos diferenciales de elevación y disminución del ritmo cardiaco en la latencia de respuestas de la TEC y en el porcentaje de respuestas correctas, indicando los efectos uniformemente disminuidos del decremento del ritmo cardiaco. Dichas figuras sugieren, sin embargo, al menos algunos casos selectivos de cambios incrementales durante la elevación del ritmo cardiaco. La figura 4.13 muestra el cambio promedio, comparado con la línea base (intervalos con TEC solamente, sin CCA o AA), del porcentaje de detecciones visuales durante los intervalos con AA y con CCA, en las sesiones experimentales 9, 10 y 11. Sugiere además un efecto de interacción diferencial relacionado, implicando elevación (sección superior de la figura 4.13) y disminución (parte inferior de la figura 4.13) del ritmo cardiaco. En contraste con los resultados resumidos en la figura 4.10, que muestran decrementos virtualmente uniformes en el porcentaje de detecciones correctas en la TEC bajo condiciones de sólo CCA, la sección superior de la figura 4.13 refleja, si acaso, pocos cambios sistemáticos a partir de la línea base, en el porcentaje de detecciones correctas en la TEC durante los intervalos en los que se combinó el CCA con las elevaciones AA del ritmo cardiaco. Este efecto neutralizador de la elevación del ritmo cardiaco en los decrementos de la ejecución de la TEC producidos por la AA, se revela aún más espectacularmente en la figura 4.14, en la que se resume el cambio en el porcentaje de detecciones visuales correctas durante los intervalos combinados de AA y CCA, cuando la línea base con la que tales cambios se calculan representa los intervalos de ejecución de las sesiones 7, 10 y 11, con la TEC y el CCA solamente. En comparación con este nivel de ejecución de la TEC durante los intervalos de sólo CCA (figura 4.10), el efecto de la elevación AA en ritmo cardiaco durante los apareamientos sonido-choque, fue el de producir un aumento significativo ($P < 0.05$) en el porcentaje de detecciones correctas. La sección inferior de la figura 4.14 confirma también el hecho de que la disminución del ritmo cardiaco asociada con el ACC produjo decrementos en la TEC aún más notables que con el caso del CCA solo (figura 4.10). Sin embargo, es interesante hacer notar que las latencias de las respuestas de detección visual registradas durante estos intervalos combinados TEC-AA-CCA, resumidas en las figuras 4.15 y 4.16, muestran pocas desviaciones de la línea base (determinada igual que para las figuras 4.13 y 4.14), lo que sugiere que los efectos previamente observados de la AA sobre la latencia de respuestas en la TEC (véase la figura 4.14) fueron neutralizados por los efectos del CCA.

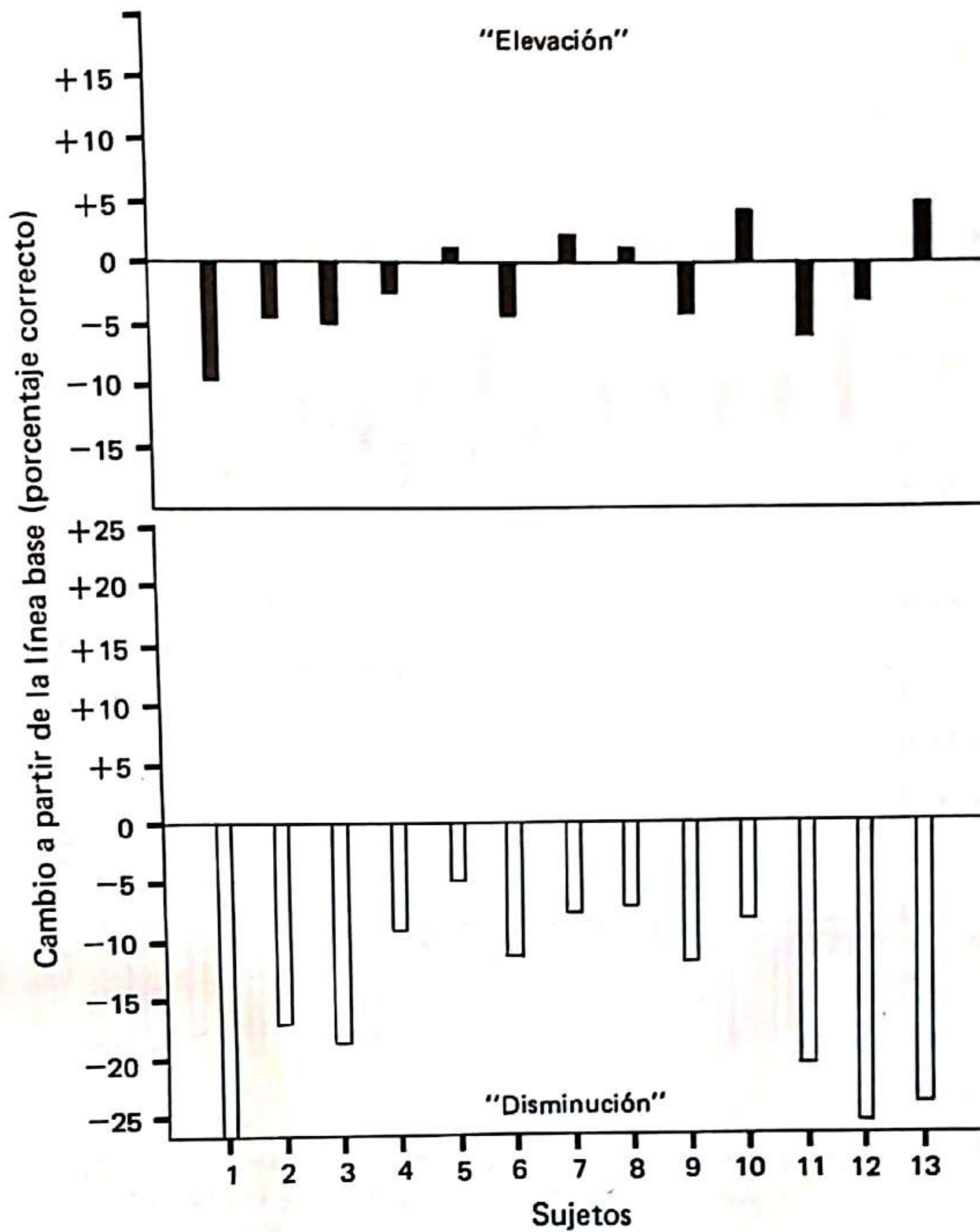


Fig. 4.13. Efecto de las presentaciones del sonido en el porcentaje de detecciones visuales correctas (cambio de la línea base de la TEC sola) durante el control instrumental de "elevación" y "disminución" del ritmo cardiaco.

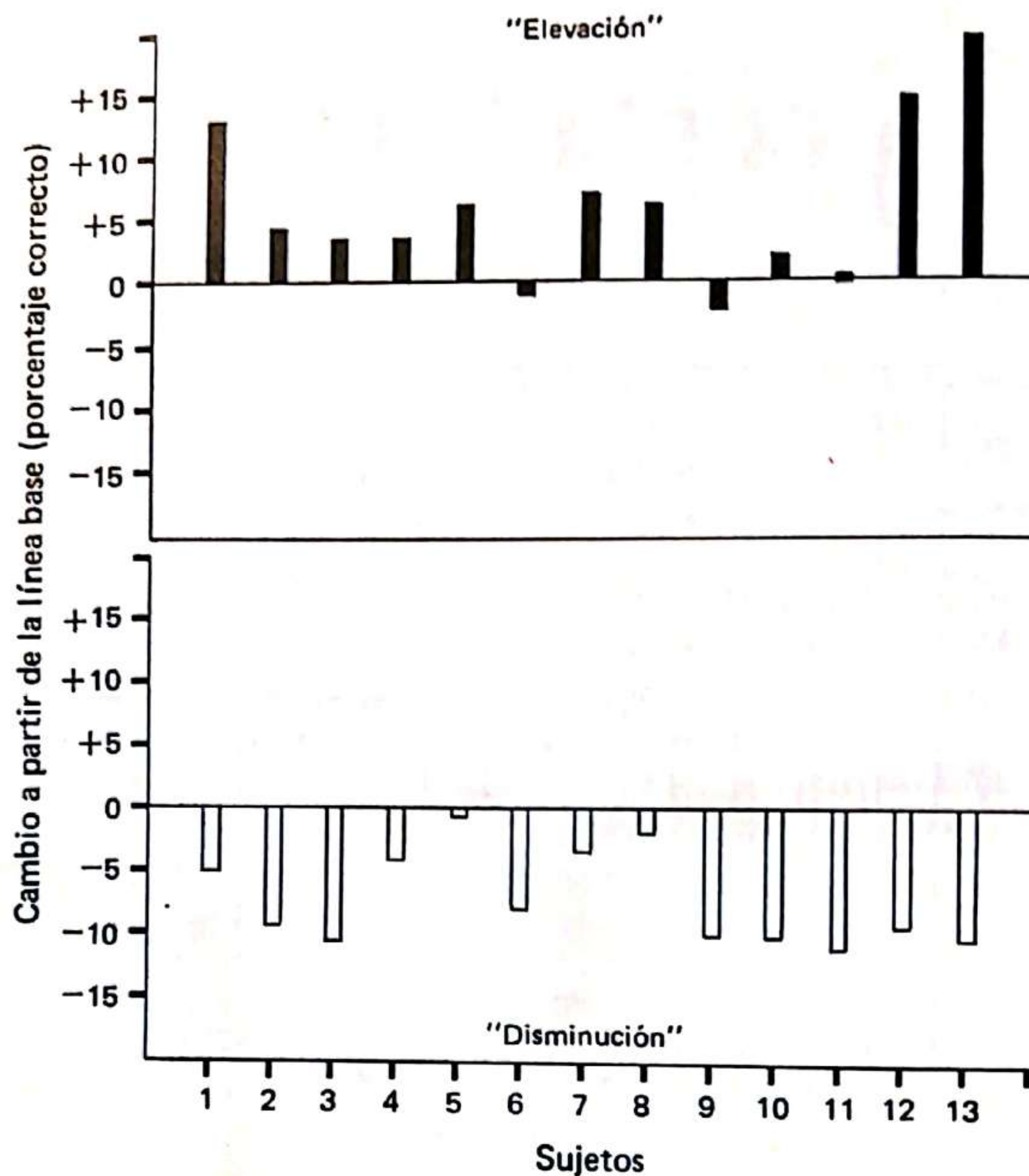


Fig. 4.14. Efecto de las presentaciones del sonido en el porcentaje de detecciones visuales correctas (cambio de la línea base de la TEC con CCA) durante el control instrumental de "elevación" y "disminución" del ritmo cardiaco.

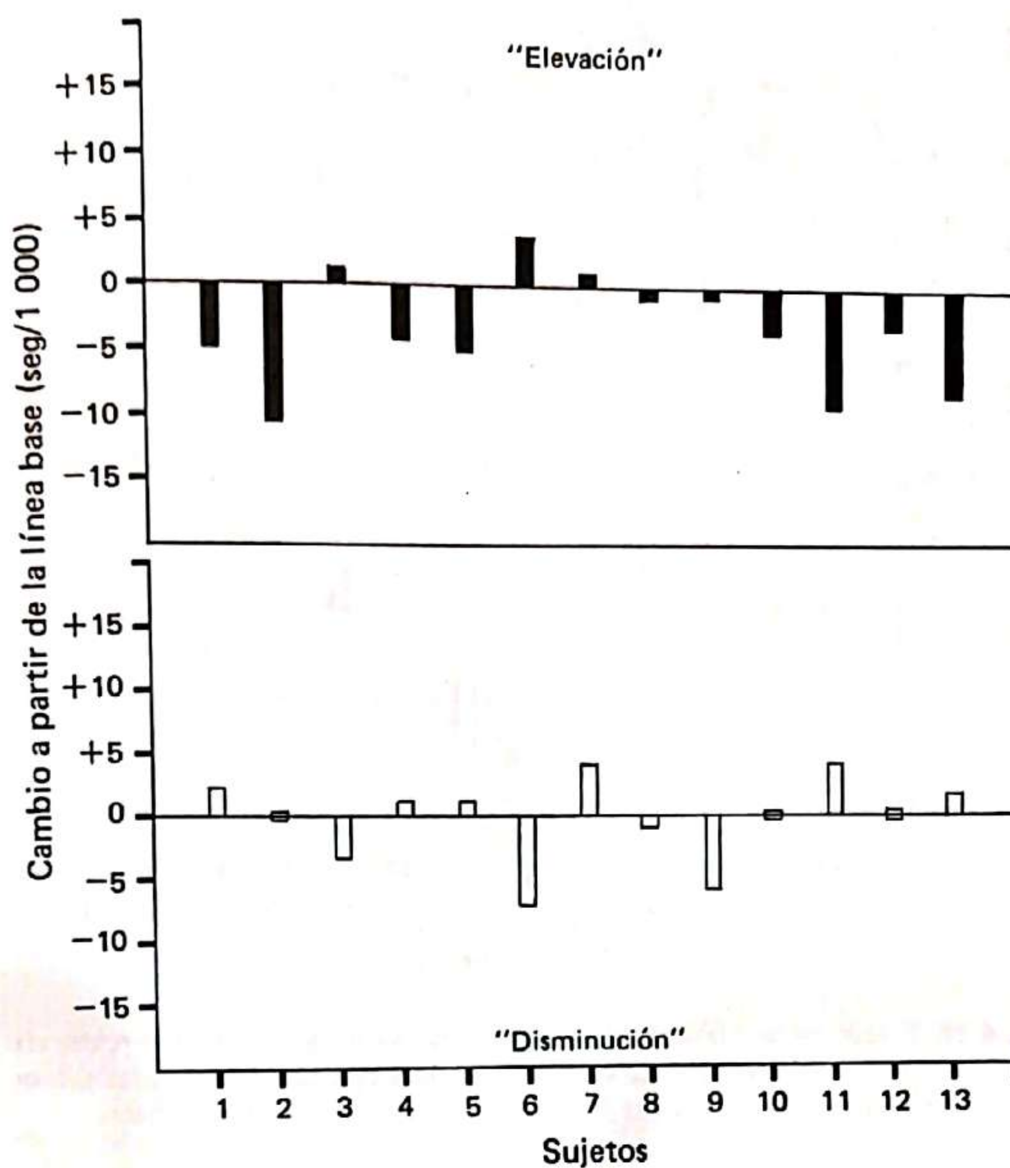


Fig. 4.15. Efecto de las presentaciones del sonido en las latencias de la respuesta de detección visual (cambio de la línea base de la TEC sola) durante el control instrumental de "elevación" y "disminución" del ritmo cardiaco.

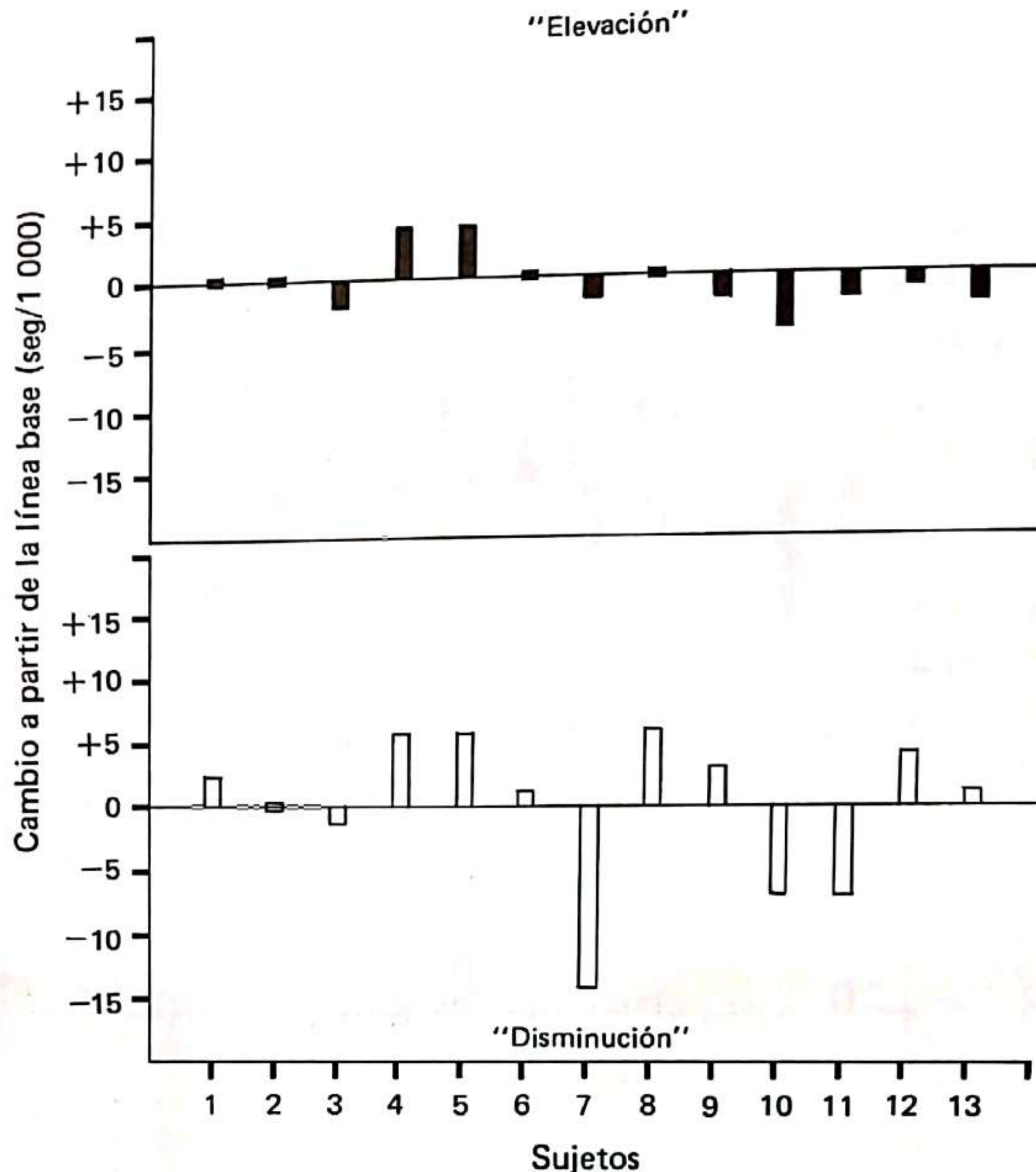


Fig. 4.16. Efecto de las presentaciones del sonido en las latencias de la respuesta de detección visual (cambio de la línea base de la TEC con CCA) durante el control instrumental de "elevación" y "disminución" del ritmo cardiaco.

Finalmente, los efectos ocurridos por combinar el control operante cardiovascular con los requerimientos de ejecución de vigilancia concurrentes en el condicionamiento clásico cardiovascular aversivo, se resumen en la figura 4.17, en la que se muestra el cambio del ritmo cardiaco a partir de la línea base (en los periodos previos o en los que no se presenta el sonido) en respuesta a las presentaciones del sonido durante los intervalos de elevación y disminución operante en el ritmo cardiaco con la TEC en las sesiones experimentales 9, 10 y 11. Se observó una atenuación significativa de la supresión del ritmo cardiaco en respuesta al sonido ($P < 0.05$) durante los intervalos de elevación del ritmo cardiaco, comparada con el cambio ocurrido en la línea base del ritmo cardiaco en respuesta al sonido, durante

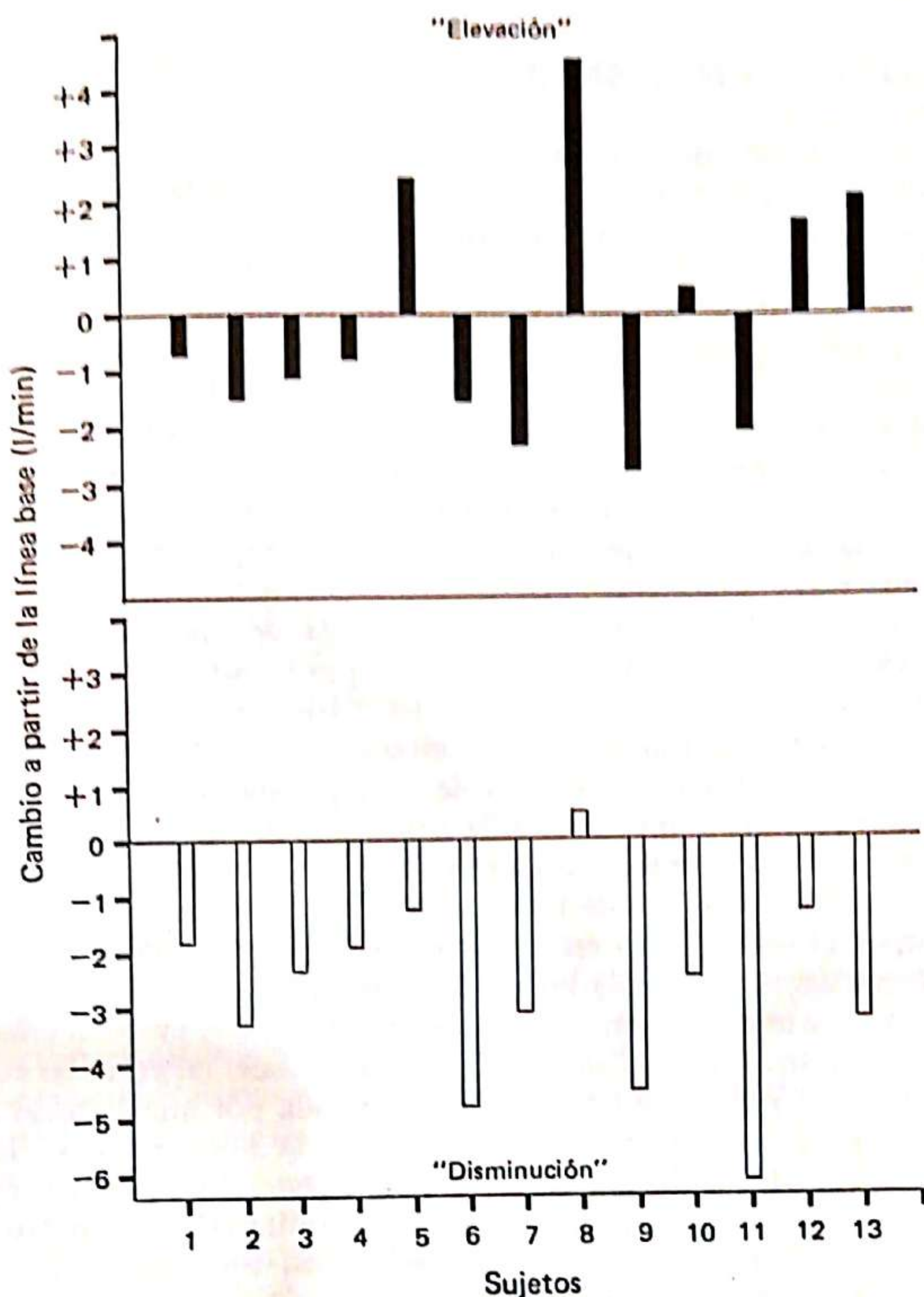


Fig. 4.17. Efecto de las presentaciones del sonido en el ritmo cardiaco durante la ejecución continua de vigilancia y el control instrumental de "elevación" y "disminución" del ritmo cardiaco.

las sesiones sin control operante cardiovascular o sin requerimientos de ejecución de vigilancia (figura 4.7), o durante las sesiones en las que sólo se pide ejecución de vigilancia (figura 4.11). Sin embargo, durante los intervalos de disminución del ritmo cardiaco parece haber una supresión mayor del ritmo cardiaco en respuesta al sonido (secciones inferiores de las figuras 4.9 y 4.17).

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Los resultados de este experimento indican que se logró la autorregulación autónoma, en la forma de elevaciones del ritmo cardiaco controladas operantemente, en casi todos los sujetos que participaron en el estudio. Además, los hallazgos confirman que la exposición concurrente a los requerimientos continuos de ejecución de vigilancia y/o a un procedimiento de condicionamiento clásico cardiovascular aversivo ejercieron poco efecto en la habilidad de los sujetos para lograr y mantener tales incrementos en el ritmo cardiaco. Por otro lado, la autorregulación de los decrementos del ritmo cardiaco fue observada de una manera menos confiable en este estudio y pareció ser atenuada por la exposición concurrente a la tarea de ejecución continua y al condicionamiento clásico aversivo.

Aspectos muy significativos de la tarea de ejecución continua fueron afectados consistentemente tanto por la autorregulación autónoma como por el condicionamiento clásico aversivo, solas y en combinación. Los aspectos más confiables de la AA fueron observados en relación con la latencia de la respuesta de detección visual de la TEC, como se muestra en la figura 4.4, lo que confirma la relación entre los intentos de disminución del ritmo cardiaco y los aumentos en la latencia de la respuesta. Sin embargo, de interés aún mayor, es el *decremento* en las latencias de la respuesta de detección visual que acompañaban a las elevaciones del ritmo cardiaco controladas operantemente, en 12 de los 13 sujetos. Por lo menos en algunos sujetos, dicha disminución de la latencia en relación con la elevación del ritmo cardiaco fue acompañada por incrementos consistentes en la exactitud de la ejecución en la TEC (como se ilustra en las figuras 4.5 y 4.6), aunque el efecto general de la autorregulación autónoma (tanto elevación como disminución del ritmo cardiaco) consistió en producir en la mayoría de los sujetos un decremento del porcentaje de detecciones visuales correctas, como se muestra en la figura 4.5. En 12 de los 13 sujetos, el condicionamiento clásico cardiovascular aversivo superimpuesto a la TEC (*sin* AA concurrente) produjo drecrementos consistentes en el porcentaje de detecciones visuales correctas (sección superior, figura 4.10).

Los efectos del procedimiento de condicionamiento clásico aversivo, produciendo decrementos consistentes en el ritmo cardiaco durante las presentaciones del estímulo condicionado (EC)* (fig. 4.7) fueron esencialmente inalterados por los requerimientos con-

***El autor se refiere al sonido del click (N. del T.)**

currentes de ejecución en la TEC (figura 4.11). Sin embargo, el efecto del CCA en el ritmo cardiaco durante los intervalos de presentación del estímulo condicionado, fue modificado diferencialmente por la AA concurrente. Por ejemplo, en la figura 4.9 se muestra que mientras que la disminución del ritmo cardiaco tuvo, si acaso, muy poco efecto en los decrementos del ritmo cardiaco producidos por las presentaciones del EC (sección inferior de la figura 4.9), la elevación del ritmo cardiaco atenuó notablemente el decremento de dicho ritmo producido por el EC (sección superior de la figura 4.9). Tal vez este último efecto de la AA y el efecto de la elevación del ritmo cardiaco en la exactitud de la ejecución de vigilancia y en la latencia de la respuesta (figuras 4.13, 4.14, 4.15 y 4.16) fue lo que contribuyó a las interacciones triples que caracterizaron la exposición concurrente a la AA, la TEC y el CCA, resumidas en las figuras 13, 14, 15 y 16.

Como se muestra en la sección superior de la figura 4.13, hubo muy poco cambio sistemático en el porcentaje de detecciones visuales correctas durante los intervalos en los que se programaron concurrentemente la elevación del ritmo cardiaco y el apareamiento choque-sonido con la TEC. Este hallazgo contrasta notoriamente con los resultados mostrados en la figura 4.10 y que comprueban el hecho de que 12 de los 13 sujetos tuvieron una ejecución menos exacta en la tarea de detección visual cuando el CCA sólo fue sobreimpuesto durante el intervalo de la TEC. El efecto de la elevación AA en el ritmo cardiaco, neutralizando el efecto decremental de la tensión emocional en la ejecución de detección visual, se muestra más claramente en la figura 4.14, aquí se resumen los resultados obtenidos cuando se calculó el porcentaje de cambio en las detecciones visuales durante los intervalos con AA, TEC y CCA combinados, se usó como línea base el porcentaje de detección visual correcta en los intervalos que fueron programados *con* TEC y CCA, pero *sin* AA.

De una significancia particular parece ser la interacción entre los procedimientos de condicionamiento clásico aversivo (CCA) y el condicionamiento instrumental autónomo (AA), como se refleja en los efectos sobre el ritmo cardiaco. Es interesante el hecho de que pareció haber poco efecto sobre la autorregulación del ritmo cardiaco durante los intervalos AA con apareamientos choque-sonido concurrentemente programados (véase figura 4.8). En contraste, la elevación del ritmo cardiaco concurrente produjo una atenuación significativa en el efecto supresor de las presentaciones del sonido sobre el ritmo cardiaco (véanse figs. 4.9 y 4.17). Interacciónes similares (aunque opuestas en dirección) entre los efectos del condicionamiento ope-

rante y respondiente en el ritmo cardiaco han sido informadas por Ainslie y Engel (1974) en un estudio con monos en el que una taquicardia condicionada clásicamente, producida por una señal de alarma apareada con choque –respuesta emocional condicionada (REC)–, fue atenuada por la presentación concurrente de un estímulo que controlaba una disminución del ritmo cardiaco controlado operantemente.

BIBLIOGRAFÍA

Birk, L. *Biofeedback: Behavioral Medicine.* Nueva York. Grune and Stratton, 1973.

Black, A. H. Autonomic aversive conditioning in infrahuman subjects. En la obra de Brush (dir.), *Aversive Conditioning and Learning.* Nueva York. Academic Press, págs. 3-104, 1971.

Brady, J. V. Recent developments in the measurement of stress. En la obra de Rourke (dir.), *Explorations in the Psychology of Stress and Anxiety.* Don Mills. Longmans, págs. 131-164, 1969.

Brown, C. C. *Methods in Psychophysiology.* Baltimore. Williams and Wilkins, 1967.

Brown, C. C. y Krausman, D. T. Programming complex psychophysiological experiments with punched paper tape: A methodological approach. *Psychophysiol., 4* (2): 249-259, 1967.

Harris, A. H. y Brady, J. V. Animal learning-Visceral and autonomic conditioning. *Ann. Rev. Psychol., 25:* 107-133, 1974.

Katkin, E. S. y Murray, E. N. Instrumental conditioning of autonomically mediated behavior: theoretical and methodological issues. *Psychol. Bull., 70* (1): 52-68, 1968.

Krausman, D. A constan-current AC shock generator. *Cond. Reflex, 5* (2): 126-129, 1970b.

Krausman, D. Heart rate derived from blood pressure and other physiological signals. *Psychophysiol., 7:* 503-507, 1970a.

Obrist, P. A., Webb, R. A., Sutterer, J. y Howard, J. L. The cardiacsomatic relationship: Some reformulations. *Psychophysiol., 6* (5): 569-587, 1970.

Rosvold, H. E., Mirsky, A. F., Sarason, I., Bransome, E. D., Jr. y Beck, L. H. A continuous performance test of brain damage. *J. Consult. Psychol., 20:* 343-350, 1956.

Shapiro, D., Barber, T. X., DiCara, L. V., Kamiya, J., Miller, N. E. y Stoyva, J. (dirs.), *Biofeedback and Self-Control.* Chicago. Aldine Publishing Co, 1972.

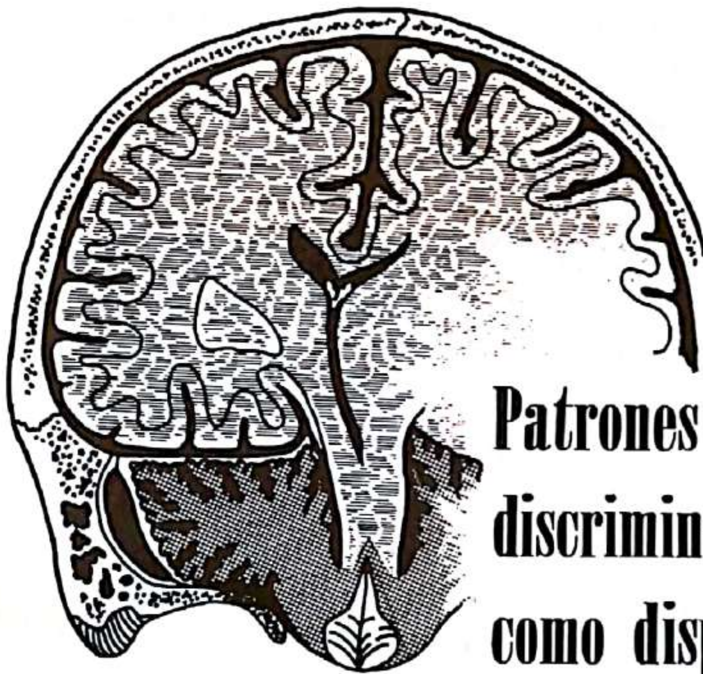
Shapiro, D., Barber, T. X., DiCara, L. V., Kamiya, J., Miller, N. E. y Stoyva, J. (dirs.), *Biofeedback and Self-Control.* Chicago. Aldine Publishing Co, 1973.

Siegel, S. *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences.* Nueva York: McGraw-Hill, 1956.

Stoyva, J., Barber, T. X., DiCara, L. V., Kamiya, J., Miller, N. E. y Shapiro, D. (dirs.), *Biofeedback and Self-Control.* Chicago. Aldine Publishing Co, 1970.

Stoyva, J., Barber, T. X., DiCara, L. V., Kamiya, J., Miller, N. E. y Shapiro, D. (dirs.), *Biofeedback and Self-Control.* Chicago. Aldine Publishing Co, 1971.

5



Patrones propioceptivos discriminativos como disparadores para la liberación de material reprimido

Estamos aquí, en este trabajo póstumo de Ralph F. Hefferline, frente a una reseña de las investigaciones que realizó en el terreno del control propioceptivo de la conducta.

Para Hefferline los estímulos propioceptivos son capaces de generar otras conductas, como nos lo muestra en una serie de experimentos en los que contracciones musculares de una magnitud mínima, que incluso no pueden ser informadas por quien las produce, desencadenan otras respuestas operantes.

En el presente artículo también se presentan investigaciones llevadas a cabo en el dominio terapéutico. En ellas se ve cómo la conducta discriminativa constituye una integración compleja. Hollingworth llamó reintegraciones a las conductas complejas que se constituyen a partir de la aparición de uno sólo de sus elementos. En las descripciones hechas por Hefferline vemos cómo cierto tipo de respuestas musculares no solo evocan otras del mismo tipo, sino que también, mediante una especie de mecanismo asociativo, desencadenan memorias aparentemente olvidadas.

En el texto y en el título de este trabajo se hace mención a un término psicoanalítico, la represión, *pero aquí ese fenómeno es tratado con apoyo en datos de tipo experimental, algunos de ellos recogidos del laboratorio de experimentación con animales, y ésa sería la investigación en la que una parte de una respuesta previamente extinguida origina a la conducta total; otros datos fueron recopilados en un trabajo que ciertamente tiene un menor control y en el que se utilizaron sujetos humanos. Sin embargo, a pesar del carácter fenomenológico de ciertas descripciones, no dejan de tener un extraordinario interés, sobre todo porque abren la vía para el análisis experimental de las mismas.*

Ralph F. Hefferline
Universidad de Columbia

El título del presente capítulo "Patrones propioceptivos discriminativos como disparadores para la liberación de material reprimido" hace referencia a dos escuelas. El término "discriminativo" me coloca junto a quienes practican el condicionamiento operante; por otro lado, el término "reprimido" podría sugerir que tengo inclinaciones hacia el psicoanálisis. Al respecto debo decir que Freud solamente acuñó el término de represión, no inventó el fenómeno, el cual estaba bien establecido como una patología reconocida de la memoria, mucho antes que Freud. A partir de la época de Freud, y hasta la fecha, varios autores han traducido el vocablo represión a términos conductuales: El doctor Neal Miller lo hizo en 1950 en el libro intitulado *Personalidad y psicoterapia,* en colaboración con John Dollard (Dollard y Miller, 1950). En esa obra trata a la represión como una conducta de evitación; igual cosa haré yo en lo que sigue. B. F. Skinner (1953) dedicó cierto espacio a la represión en su obra *Ciencia y conducta humana.* La represión fue tratada ahí conductualmente, como un efecto del castigo. En la psicología experimental los nuevos desarrollos incluyen instrumentación avanzada y procedimientos de retroalimentación. Yo mismo he estado involucrado en algunos de esos trabajos. Desde el punto de vista clínico o terapéutico, las tácticas de terapia de grupo y las de confrontación han abierto nuevas posibilidades de tratamiento cuando se les ha modulado perceptiblemente. Dichas tácticas no han sido objeto de mis investigaciones; sin embargo, hace algunos años participé con Frederik Perls, mejor conocido como Fritz Perls, y Paul Goodman (Perls, Hefferline y Goodman, 1951), en la formulación de una aproximación terapéutica que ha sido descrita en un libro intitulado *Terapia de la Gestalt: excitación*

y crecimiento en la personalidad humana. La parte que a mí correspondió fue la primera mitad, llamada "Movilización del yo". Era una especie de manual del tipo "hágalo usted mismo" y estaba destinado a aumentar nuestra conciencia, con objeto de que uno supiera cómo funciona o falla psicológicamente. En una sección se trataba la tensión muscular crónica o aguda como constituyente de un conflicto psicológico no reconocido, en el cual las tendencias a la acción eran literalmente detenidas por la musculatura opuesta. Lo anterior parece ser una reminiscencia de la noción de Pavlov acerca del choque de tendencias de respuesta inhibitorias y excitatorias (véase Pavlov, 1957) excepto que, al menos superficialmente, este conflicto psicológico no es pavloviano. El doctor Brady diría que los psicólogos operantes lo están planteando de nuevo. En mi libro se sugieren los procedimientos para identificar y tal vez resolver el conflicto. Sin embargo, la tensión muscular aguda o crónica no ha recibido suficiente consideración dentro de la manera como es practicada actualmente la terapia de la Gestalt, tanto en el Instituto Esalen como en otros lados, pues no se le reconoce un significado psicológico. Creo que cualquier descuido que se encuentre en el trabajo terapéutico merece una acción correctiva. La forma más poderosa de hacerlo sería validar científicamente la teoría subyacente. Es posible que la utilización de la tecnología electrónica moderna, junto con el creciente acervo de conocimientos en retroalimentación puedan lograrlo. Trataré de hacer un primer intento dirigido a la consecución de tal propósito, revisando de una manera superficial algunos trabajos pertinentes de laboratorio realizados o supervisados por mí desde hace algún tiempo acerca del problema de la propiocepción, la modalidad sensorial que nos informa de nuestros movimientos y tensiones musculares, o en otras palabras, de nuestras acciones o tendencias a la acción. Después presentaré algunos de los fundamentos para llevar a cabo una integración entre el trabajo experimental y el enfoque terapéutico, combinando la fenomenología y la instrumentación.

En mi laboratorio se ha trabajado en el dominio de la propiocepción con el fin de determinar la existencia de algunos parámetros que sean comparables a aquellos que se han fijado para modalidades tales como la visión y la audición. Si se logra nuestro propósito será posible desarrollar técnicas confiables para investigar comprensivamente la conducta esquelética encubierta, es decir, aquellas respuestas invisibles que ocurren debajo de la piel, a las cuales muchos investigadores les han asignado el lugar que antes ocupaba la acción mental.

La propiocepción es peculiar en el sentido de que es el propio sujeto y no el experimentador, el que se presenta a sí mismo los

estímulos necesarios para realizar sus movimientos activos o para mantener su tensión muscular, excepto, por supuesto, en el caso trivial del movimiento pasivo. Afortunadamente algunas estratagemas nos permiten vencer, al menos en parte, el obstáculo que se deriva de esta peculiaridad.

En 1958 describí un experimento de rastreo propioceptivo (Hefferline, 1958). En efecto, el sujeto sirvió como un detector y corrector de errores de su propia conducta, la cual aparecía presentada en forma analógica en un tablero. La conducta que se registró fue de una magnitud mínima. Consistía en los potenciales de acción musculares recogidos por un electrodo puesto sobre el masetero derecho (el músculo de la quijada). Dichos potenciales fueron amplificados, rectificados y presentados visualmente como los movimientos de una aguja en un medidor. (La disposición instrumental era en cierta medida semejante a la que describe el doctor Brady en el capítulo 4.) La tarea del sujeto consistía en realizar pequeños cambios en los músculos de su quijada, para mantener la aguja lo más cerca que le fuera posible de la parte central de la escala. Cada sesión constaba de 30 ensayos; cada uno de éstos contenía tres periodos de 10 segundos, el primero con retroalimentación, el segundo sin retroalimentación, y el tercero con un periodo de descanso; las transiciones entre los periodos de 10 segundos le eran señaladas al sujeto por medio de unas luces y un tono.

La ejecución realizada por el sujeto también era registrada continuamente en un medidor que aparecía a la vista del experimentador, en un compartimiento cerrado que se hallaba afuera de la cámara experimental, e igualmente era registrada en papel mediante un miliamperímetro de tinta. Este último registro consistía en una serie de excursiones o deslizamientos de una pluma, que variaban en amplitud y duración. Tomando cada excursión de la pluma como una unidad conductual, construimos una medida de la ejecución sustrayendo el valor inicial de cada excursión, del valor máximo, y luego dividiéndolo entre dos y agregando a este número el valor inicial. Tomamos esta medida construida, por la cual se obtiene el punto medio de cada una de las excursiones de la pluma, para representar el éxito del sujeto en la tarea de aproximarse a la desviación criterio del medidor. Los valores medios de esta medida están mostrados, por sesión, para uno de nuestros sujetos en la figura 5.3*a*. Los valores han sido normalizados de tal manera que 0.0 es el nivel de "ruido" para un sujeto relajado y 1.0 es un aumento de 5 microvolts arriba del nivel de "ruido" en los electrodos. Las desviaciones por encima o por debajo de 0.5, o sea, del punto medio de la escala repre-



Fig. 5.1. Sujeto sentado en una silla reclinable, con los electrodos colocados sobre el músculo masetero derecho.



Fig. 5.2. Sujeto observando su ejecución electromiográfica en el medidor.

sentan las ocasiones en las que se rebasaba o no se alcanzaba el valor criterio durante una sesión particular. La ejecución con retroalimentación no mostró una mejoría gradual. Pensamos que esto significaba que las habilidades requeridas estaban ya altamente desarrolladas y fueron utilizadas efectivamente desde la primera sesión. En contraste, la ejecución sin retroalimentación comenzó con una condición muy marcada, en la que no se alcanzaba el criterio. En los días posteriores fue gradualmente corregida dicha condición. Para la cuarta sesión, la ejecución no se distinguía de la ejecución con retroalimentación. De ahí en adelante permaneció así. Aunque para ambas condiciones la longitud promedio de las excursiones de la pluma tendió a disminuir con la práctica, lo que indicaba el desarrollo de una habilidad para limitar las deflexiones de la plumilla que rebasaban el criterio y para hacer correcciones más sutiles, no se observó un cambio consistente en la variabilidad de las excursiones de la pluma alrededor de los puntos medios de la escala. Esto se puede observar en la figura 5*b*, en la que las medias de las deflexiones sin retroalimentación han sido representadas con dos curvas envolventes que expresan la desviación estándar. Ahí se ve que las desviaciones estándar sin retroalimentación fueron más o menos de la misma magnitud y no mostraron una tendencia sistemática (Hefferline, Bruno y Davidowitz, 1971, págs. 258-259).

Dado que nuestros sujetos discriminaron magnitudes de respuestas del rango entre 0.0 y 5.0 microvolts, parecería que la propiocepción, al menos para la articulación temporomandibular permite el desarrollo de un control motor extraordinariamente sensible.

Al final del experimento se les pidió a algunos sujetos que intentaran, sin retroalimentación, colocar la aguja del medidor en ciertos valores de la escala que no habían practicado. Los sujetos lograron lo anterior, lo que sugirió que habían adquirido una escala de tensión. Cuando se les preguntó qué habían hecho cuando se les asignó un nuevo valor, la respuesta típica fue: "Bueno, sólo me imaginaba cómo se vería el medidor con la aguja en ese valor, después oía que me decía que había llegado cerca." Tanto en este como en otros estudios de retroalimentación, a los que se hará referencia más adelante, parece que si una dimensión interna de respuestas es presentada externamente a través de un análogo visual o auditivo, llega a ser, posteriormente, susceptible de control voluntario mediante el recurso de imágenes visuales o auditivas que se hicieron disponibles a los sujetos gracias a su primer encuentro con la retroalimentación externa (esta es la base de la acción ideomotora a la que el doctor Miller alguna vez se ha referido).

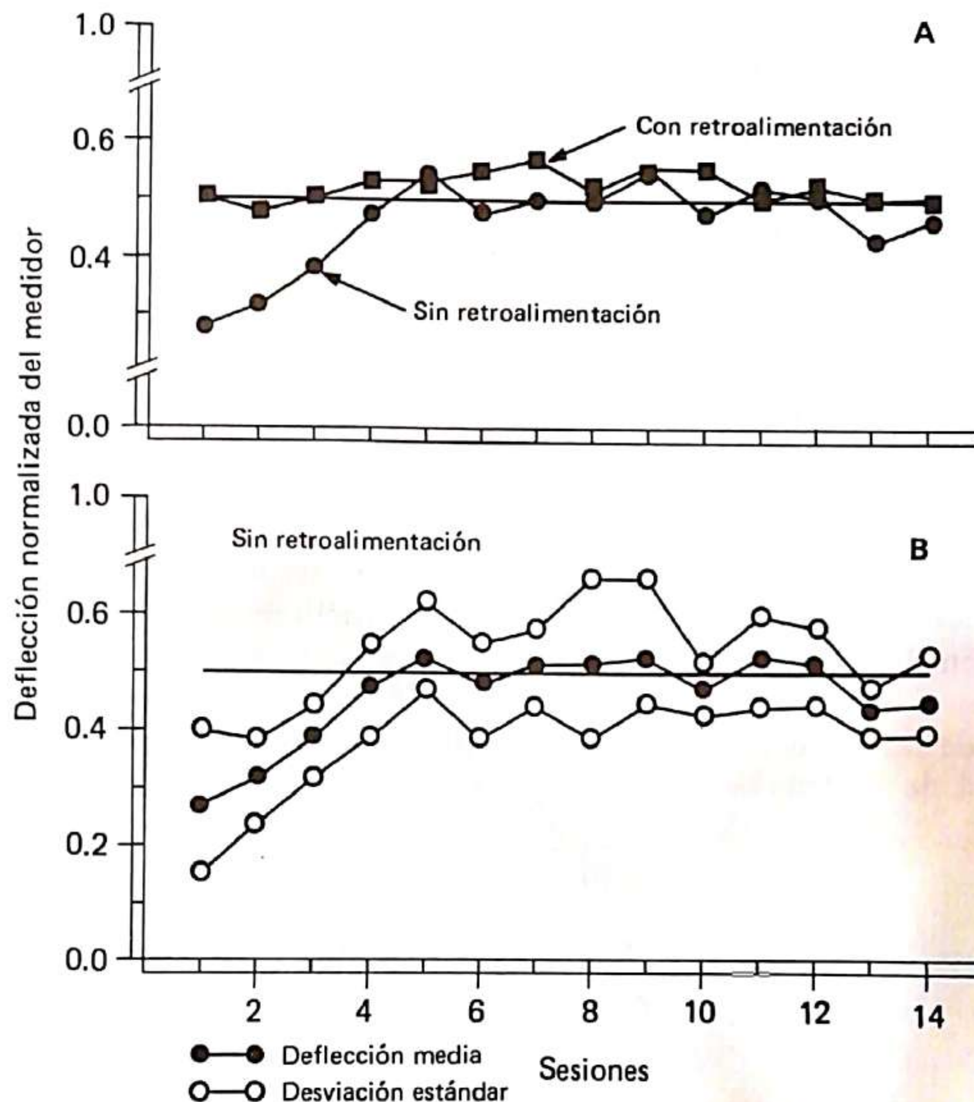


Fig. 5.3. La ejecución de un sujeto que intenta mantener la lectura del medidor en medio de la escala (0.5) con y sin retroalimentación visual. Cada punto está basado en 150-200 puntos medios de excursión de la plumilla.

Tal vez podría añadirse que, en cierto sentido, la visión y la audición son modalidades sensoriales bien educadas. Desde la niñez, hemos estado construyendo escalas de alcance visual y de sonoridad auditiva. Cuando para el caso de una dimensión interna proporcionamos externamente dicha escala al sujeto, éste parece proyectar su nueva dimensión sensorial, la propiocepción en nuestro ejemplo, a lo largo de las dimensiones familiares. Esta es una forma de codificación.

Para continuar con mi sugerencia de que se construya una escala de la tensión muscular percibida, me referiré brevemente al trabajo de L. J. J. Bruno (Bruno, Hefferline y Suslowitz, 1971), en el que aplicó el método de S. S. Stevens, de validación trasmodal de las escalas subjetivas (Stevens, 1961): Bruno igualó la tensión muscular con la sonoridad. Para evitar que nos perdamos en tecnicismos psicofísicos, simplemente presentaré un par de figuras.

La figura 5.4 muestra la palma de la mano derecha puesta sobre una tarima acojinada. Se colocaron electrodos en la eminencia hipotenar para detectar la actividad en el abductor del dedo meñique (el músculo que mueve el dedo meñique alejándolo de los otros). El dedo se mantuvo en una posición determinada por medio de unos artificios acojinados de restricción que se colocaron en su punta. La función superior de la figura 5.5 muestra estimaciones de tensión en una escala derivada de un valor coeficiente de 10, representado como una función de la magnitud del EMG (electromiograma) en decibeles. La gráfica de en medio muestra estimaciones de sonoridad como una función de las mediciones del nivel de presión del sonido (NPS), y la gráfica de la derecha aparea la sonoridad con la tensión muscular.

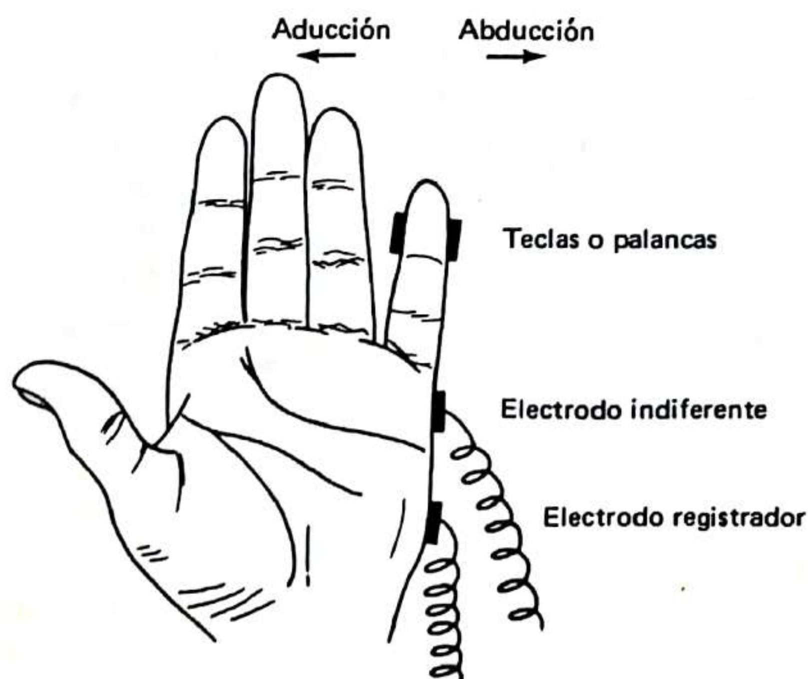


Fig. 5.4. Colocación de electrodos en la eminencia hipotenar, y posición de las barras de la escala empleadas para definir las tensiones abductiva y aductiva.

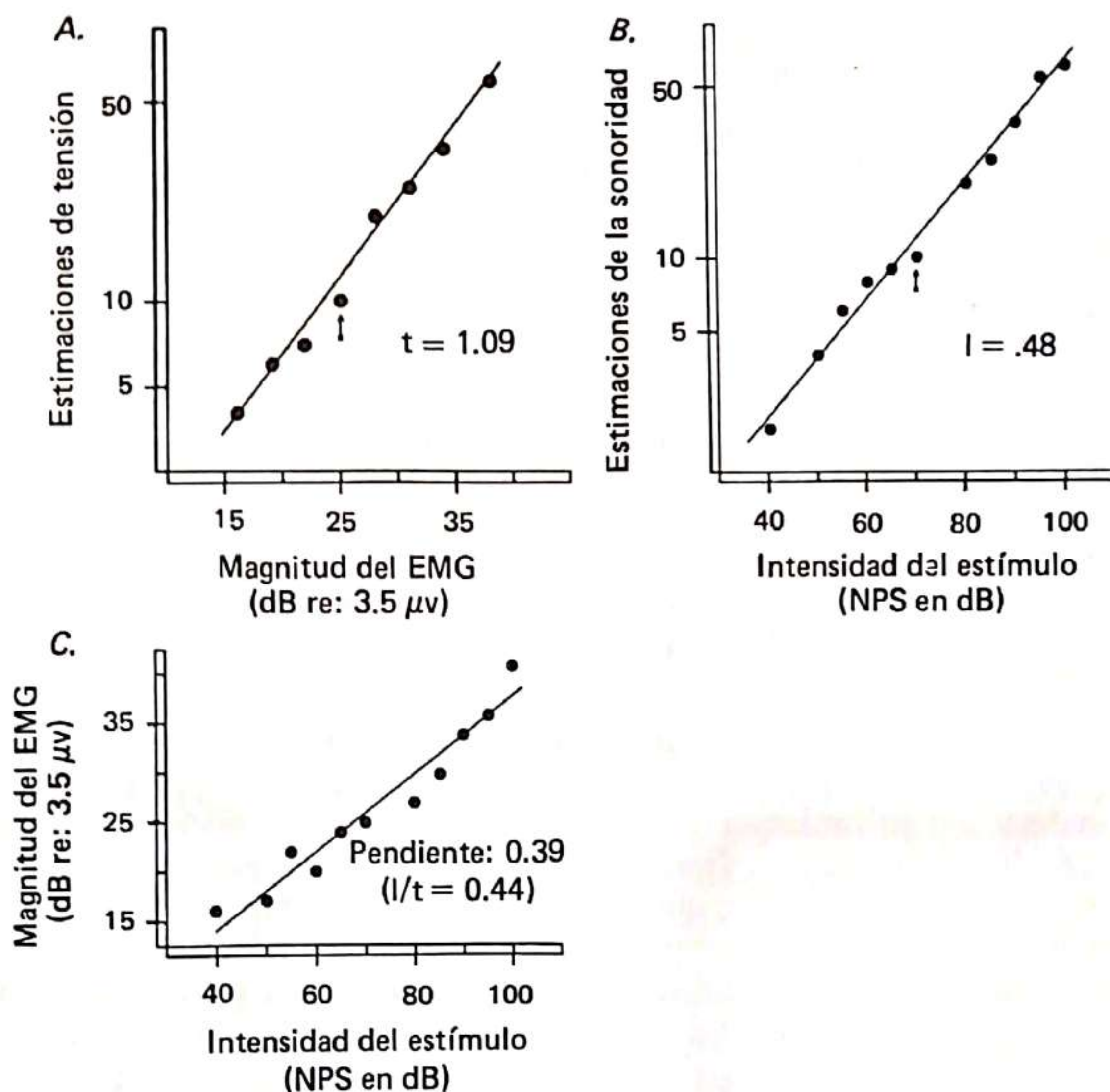


Fig. 5.5. A, Estimación de la magnitud de la tensión abductiva **B,** Estimación de la magnitud de la sonoridad de un tono de 1 000 Hz **C,** Tensión abductiva como una función de la sonoridad del tono. Las flechas marcan los exponentes; t, l, y la diagonal, denota las amplitudes de las funciones exponenciales representadas por las líneas rectas dibujadas siguiendo los puntos con los que se representan los datos. Las funciones valen para un individuo, dando una determinación por punto.

Los datos son de un sujeto inexperto, para quien se tomaron todas las mediciones durante una sola sesión y con una sola determinación por punto. Los datos con sujetos experimentados difieren solamente en cuanto a su orden y en que se extienden sobre un rango más amplio de tensiones.

Ahora describiré brevemente dos experimentos que había pensado omitir, pero al saber que en México se halla en boga el condicionamiento operante decidí presentarlos.

CONDICIONAMIENTO DE EVITACIÓN Y DE ESCAPE EN SUJETOS HUMANOS SIN LA OBSERVACIÓN DE LA RESPUESTA

A manera de introducción, permítaseme decir que cuando el sujeto humano tiene "control voluntario" sobre la respuesta a ser condicionada, los resultados experimentales son por lo general menos predecibles y reproducibles que los obtenidos con animales. Esto se atribuye comúnmente a la "autoinstrucción", es decir, a variables incontrolables experimentalmente. En el estudio que se informa aquí (Hefferline, Keenan y Harford, 1959) se evadió este problema trabajando con una respuesta tan pequeña que era difícil que tuviera antecedentes de fortalecimiento a través de un efecto discriminable en el medio; de hecho, era tan pequeña que ocurría sin que el sujeto se diera cuenta.

El sujeto se encontraba en un recinto cerrado, sentado en una silla reclinable. Se le colocaban electrodos de registro en la base palmar del pulgar izquierdo y en el borde medio de la mano izquierda. En algunos casos se aplicaron juegos adicionales de electrodos falsos, para dar la impresión de que se estaba llevando a cabo un estudio completo de las tensiones corporales. Los potenciales de acción muscular que pasaban a través de la mano eran rectificados y ampliados un millón de veces, y sus valores promedio momentáneos se podían observar en un medidor, disponible para el experimentador pero no para el sujeto. El experimento tuvo una parte de retroalimentación en la que un grupo de sujetos observaba sus contracciones musculares; aquí sólo hablaré del siguiente grupo. Cabe señalar que los valores eran también permanentemente registrados en papel.

... Al grupo 1 se le colocaron cuatro juegos de electrodos y se le dijo que el estudio trataba acerca de los efectos que produce en la tensión muscular un ruido superpuesto a la música. Su tarea consistía en escuhar a través de unos audífonos y no hacer nada... Mientras que el sujeto estaba relajado y escuchaba a través de los audífonos música grabada, el experimentador miraba el medidor en su panel durante cinco o diez minutos para seleccionar una respuesta que no ocurriera más de una vez en uno o dos minutos, con el fin de reforzarla. A veces la aguja hacía una oscilación de tipo balístico hacia arriba y hacia abajo, a través de unas cuantas divisiones de la escala. Esta oscilación representaba, en cada sujeto, un incremento momentáneo de dos a tres mv del voltaje recogido en el electrodo.

Después de que se había registrado durante diez minutos el nivel operante de esta respuesta, se iniciaba el condicionamiento, superponiendo sobre la música un zumbido alto y aversivo, de 60 ciclos. El experimentador presionaba una tecla siempre que aparecía en el medidor la respuesta seleccionada. Esto suspendía el ruido durante 15 segundos o, si el sonido ya se había suspendido, lo posponía por otros 15 segundos más.

Después de una hora de condicionamiento, con cinco minutos de interrupción a la media hora, se daban diez minutos de extinción durante los cuales la respuesta del sujeto no era efectiva, esto es, no suprimía el ruido que estaba presente en forma continua. El grado de recuperación del nivel operante original se registraba durante los diez minutos finales, en los que solamente había música. (Hefferline, Keenan y Harford, 1959, pág. 1 338.)

Todos los sujetos mostraron curvas de condicionamiento y de extinción dignas de un libro de texto. Cuando se les entrevistó más tarde, dijeron que habían creído ser víctimas pasivas con respecto al inicio y la duración del ruido, y todos parecieron asombrarse al enterarse de que ellos mismos lo habían controlado. Uno de los sujetos, una señora de 50 años y madre de uno de mis asistentes del laborario, se mostró indignada cuando se le dijo que ella misma había terminado con el ruido. Dijo que le había dicho a su hijo que todos los psicólogos están locos.

La técnica empleada en este estudio ofrece posibilidades para investigar la conducta humana, en cierto sentido, a nivel animal, omitiendo la tendencia de los sujetos a descubrir y verbalizar lo que está pasando y actuar en consecuencia.

DISCRIMINACIÓN PROPIOCEPTIVA DE UNA OPERANTE CUBIERTA SIN QUE EL SUJETO LA OBSERVE

Nuestro propósito específico fue el de entrenar al sujeto a "reportar", presionando una tecla con su índice derecho y dentro de los siguientes dos minutos después de su ocurrencia, una contracción pequeña ocasional de su pulgar izquierdo, contracción que en otras ocasiones no originaba tal reporte. Se pensó que si el entrenamiento resultaba, por lo menos podría llegarse a mostrar una actividad preparatoria en un músculo asociado a la presión de la tecla, lo que indicaría que una respuesta cubierta, la contracción muscular, se había convertido en un estímulo discriminativo para otra, al movi-

miento incipiente del dedo índice. De la sesión tres a la seis no presentamos el tono inmediatamente después de observar la contracción del pulgar, sino que esperamos la aparición de un segundo trazo en el osciloscopio de doble rayo, el cual representaba una deflección del mismo tipo que las que previamente se habían observado para las subpresiones de la tecla. Si la deflección se presentaba dentro de los siguientes dos minutos, se registraba un "acierto", y se daba inmediatamente el tono; si no ocurría, se registraba una "omisión".

Bajo el paradigma 2 hubo un aumento notable en el número de "aciertos", con una disminución correspondiente en la frecuencia de "falsas alarmas" y de "omisiones". La mayor parte de este cambio se muestra en las curvas para la tercera sesión, obteniéndose sólo efectos adicionales en las otras tres sesiones que se desarrollaron bajo este procedimiento.

La sesión 7 empezó con el paradigma 2, pero ahora se redujo la intensidad del tono cada vez que ocurrían la contracción del pulgar y las subpresiones, de tal manera que después de 20 presentaciones el tono había desaparecido completamente, efectuándose así una trasmisión al paradigma 3. Conforme el tono se atenuaba, el sujeto se quejaba por el intercomunicador de que se "estaba volviendo difícil de escuchar", pero se le dijo simplemente que continuara respondiendo a los tonos que escuchara. En esta sesión, el registro acumulativo para los "aciertos" representa las contracciones del pulgar seguidas en menos de dos segundos por la presión *observable* de la tecla y no, como en las otras sesiones, por las subpresiones en la tecla.

Por supuesto, nuestro propósito en hacer desaparecer gradualmente el tono fue el de eliminar el componente exteroceptivo del estímulo compuesto original para la presión de la tecla, y de esta manera establecer si la retroalimentación propioceptiva, por sí sola, podía evocar ahora la respuesta observable.

Falta explicar por qué el sujeto continuó ejerciendo presiones en la tecla, las cuales en un principio eran evocadas por el tono después de que éste ya no era presentado exteroceptivamente. Cuando se le preguntó al final del experimento, su reporte fue que "todavía lo oía". Esto es congruente con la bibliografía referente a las "imágenes" o "sensaciones condicionadas" y "alucinaciones" producidas experimentalmente.

Cuando se reinstauró el paradigma 2 en las sesiones ocho y nueve, nuestro sujeto respondió a la contracción de su pulgar con una presión en la tecla que fue más rápida que el tiempo de reacción del experimentador, quien tenía que notar la deflección del osciloscopio

y presentar el tono exteroceptivo. El sujeto sostuvo que a veces oía el tono dos veces, en rápida sucesión; aparentemente, las dos clases de estímulo discriminativo, el "tono subjetivo" y el "tono objetivo" no fueron diferentes (Hefferline y Perera, 1963, págs. 834-835; véase Hefferline, Bruno y Davidowitz, 1971).

Concluiré esta revisión del trabajo electromiográfico de mi laboratorio describiendo un método que estamos desarrollando para identificar los músculos en los cuales se originan las señales. La mayoría de los que trabajan con electromiógrafos consideran a los potenciales detectados por los electrodos en la superficie de la piel como una mezcla de la contribución de los músculos cercanos y lejanos, superficiales y profundos, y creen que la única manera de estar seguros de la actividad de un músculo en particular es el colocar electrodos de aguja en el músculo. Estamos de acuerdo en que los electrodos de superficie pueden detectar más de lo que se desea; por otro lado, si se es psicólogo y no microfisiólogo, los electrodos de aguja usualmente detectan muy poco. Además de las inconveniencias de esterilización, ocasionalmente hay desgarramientos del músculo y se producen rompimientos de la aguja debido al uso. Los sujetos detestan las agujas, y así lo harán saber a los comités de revisión de trabajo experimental con sujetos humanos que se han establecido a través de los Estados Unidos, por requerimiento gubernamental.

Afortunadamente, un descubrimiento hecho por Jacob Davidowitz en nuestro laboratorio hace ya muchos años (Bruno, Davidowitz y Hefferline, 1970) resuelve este problema de la especificación del músculo en algunas situaciones experimentales. El método quizá requiera de un esfuerzo en conjunto para desarrollarlo más ampliamente. Consiste en medir la duración de la onda de los potenciales del músculo. La figura 5.6 me permitirá explicar esto.

En la parte superior de la figura se muestran electromiogramas "crudos", donde aparecen registros tomados durante contracciones débiles (C), moderadas (B) y fuertes (A), tal y como aparecen convencionalmente. Estos "electromiogramas típicos" muestran la actividad fotografiada de la pantalla de un osciloscopio durante un barrido lento del rayo de electrones de izquierda a derecha. Con grados mayores de contracción, el patrón único de la unidad motora mostrado en C, da paso, primero, al patrón mixto B, en el que aún se pueden conocer las unidades individuales, y después al así llamado patrón de interferencia que se recoge cuando muchas unidades diferentes han entrado en juego (A). Examinamos ahora más de cerca el patrón único (C) correspondiente a una unidad motora. El "electromiograma hipotético" de la porción media de la figura muestra

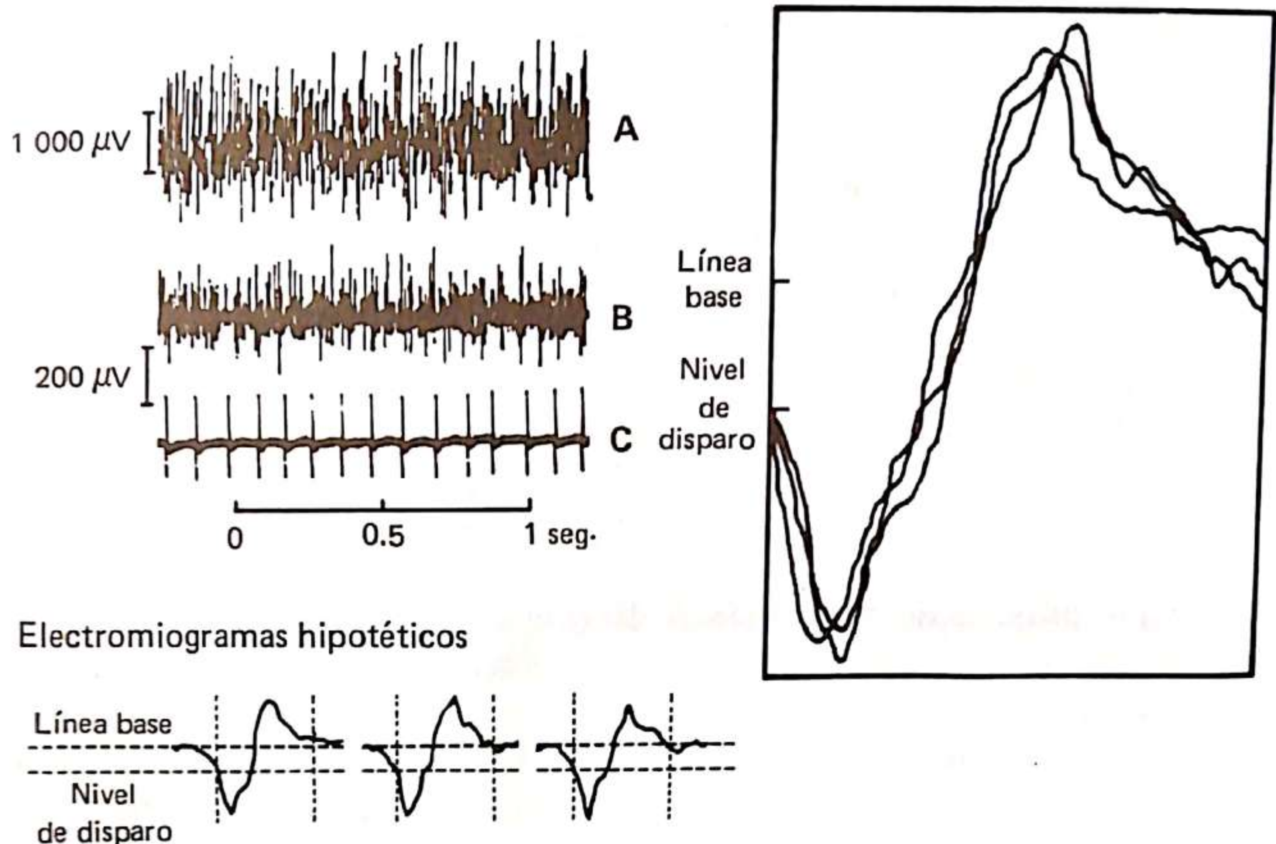


Fig. 5.6. Comparación de los registros del EMG obtenidos cuando el rayo del osciloscopio corre libremente **(arriba)** y cuando es disparado **(abajo)**. Véanse detalles en el texto.

cómo se vería este patrón si la velocidad de barrido se aumentara diez veces más, aproximadamente. Para ahorrar espacio, los registros de varios barridos han sido colocados lado a lado, suprimiendo los segmentos sin actividad. Lo que queda son tres ondas bifásicas gruesamente sinusoidales, de una duración y amplitud relativamente constantes, lo suficientemente similares como para permitir que se reemplace el antiguo método de "engrudo y tijeras", por procedimientos electrónicos.

Las líneas punteadas ilustran este proceso. Se lleva el EMG a los circuitos verticales de deflección de un osciloscopio y a sus circuitos de detección de voltaje ajustados a una determinada amplitud, o sea se alimentan los circuitos de disparo de voltaje. Los circuitos de disparo se ajustan a una amplitud tal que el primer componente de cada onda cruce el "nivel de disparo" en una dirección negativa al punto indicado por la línea punteada del lado izquierdo en cada par vertical. Un pulso de disparo derivado en este punto inicia un solo barrido del rayo, el cual termina en la línea del lado derecho, aproxi-

madamente en el punto en el que el segundo componente, o componente positivo de la onda, regresa a su nivel de voltaje de "línea base". Dado que los circuitos de barrido están inhibidos excepto después de recibir un pulso de disparo, un filme expuesto a la pantalla del osciloscopio por un tiempo lo suficientemente largo para registrar barridos múltiples en lugar de únicos, sobreimpondrá fotográficamente sólo aquellas porciones del electromiograma que caen entre las líneas punteadas verticales. La "exhibición sobreimpuesta del osciloscopio" resultante, aparece en la parte inferior de la figura. Se puede observar una exhibición similar en osciloscopios equipados con rayos fosforescentes de persistencia, ya sea mediana o duradera. Además, se puede obtener una exhibición "promediada" de la onda, empleando el pulso de disparo que inicia el barrido, para dar principio al ciclo de almacenamiento de una promediadora. En este caso, se mide tanto la longitud del ciclo como la duración del recorrido, para incluir una sola onda del EMG. Aunque el método de extracción de ondas se ha descrito con referencia al patrón único de una unidad motora, también es aplicable a los patrones mixtos más complejos y de interferencia. Para éstos, se dispone el disparador bastante alejado de la línea base, de tal manera que la exhibición final excluye todas, excepto las ondas de mayor amplitud en una determinada muestra de actividad (Bruno, Davidowitz y Hefferline, 1970, págs. 211-212).

La figura 5.7 muestra un ejemplo de actividad muscular en el que los músculos fueron distinguidos por sus diferencias en cuanto a la duración de sus ondas. Nuevamente, los músculos implicados son el aductor y el abductor del dedo meñique derecho. Aun en ausencia de una preparación en rejilla, es obvio que la duración de pico a pico de la onda de abducción es más del doble que la de aducción. Esto es cierto en todos los niveles de contracción. Los diferentes microvoltajes que se muestran se obtuvieron pidiendo a los sujetos que presionaran uno de los artificios de restricción mencionados anteriormente con diferentes grados de fuerza. Las fuerzas fueron de una intensidad suficiente para producir un trazo de una altura determinada en el osciloscopio. Se requirió al sujeto que mantuviera la altura constante durante un número de ensayos de 30 segundos cada uno, pero entre un ensayo y otro se cambiaba la ganancia del amplificador, de tal manera que se necesitaba a veces una mayor presión y en otras ocasiones una presión menor para mantener el trazo en el nivel requerido.

Además de emplear esta técnica para validar el origen de los potenciales del músculo, también la hemos empleado para establecer ten-

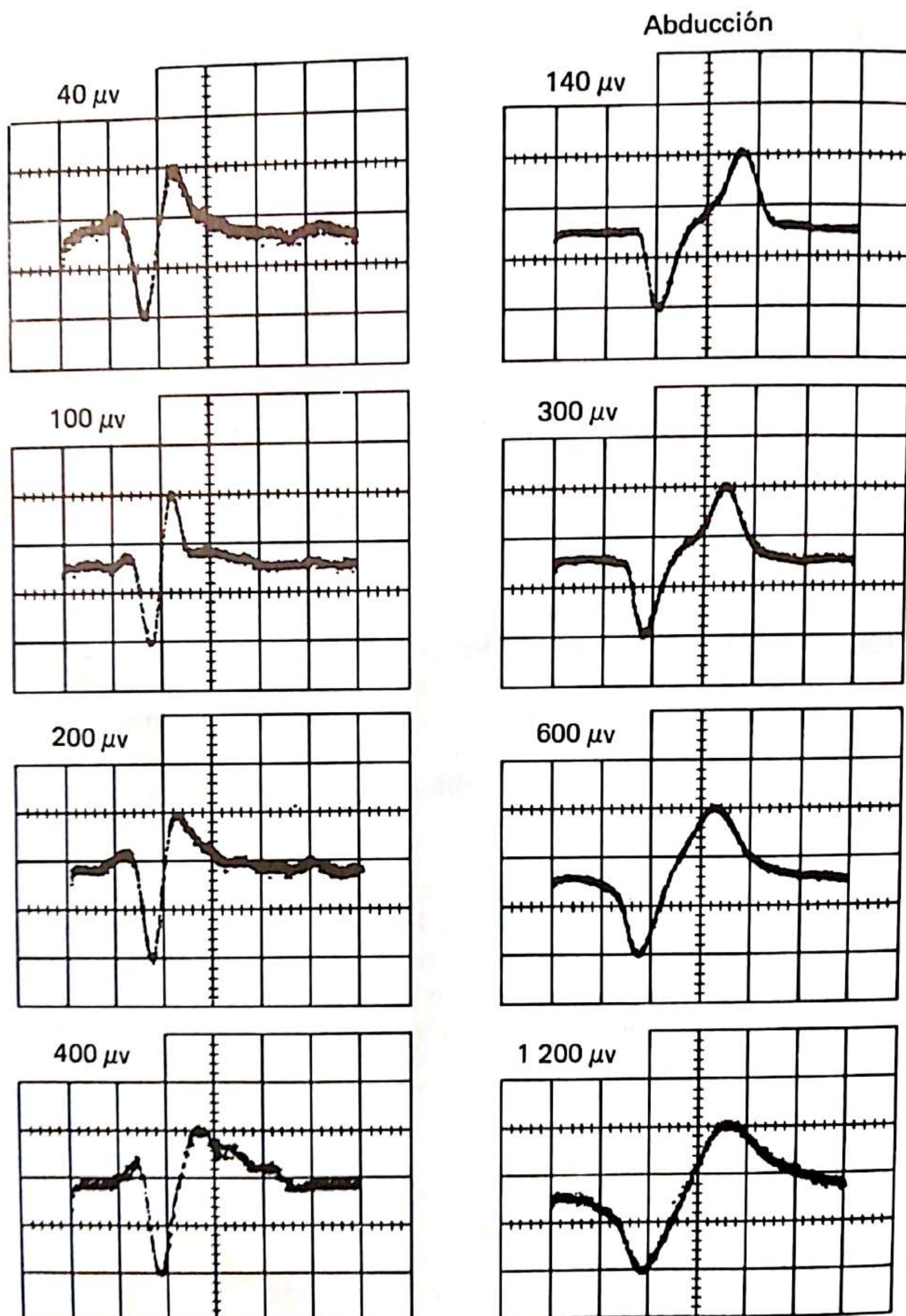


Fig. 5.7. Ondas promediadas por la computadora, tomadas a cuatro niveles de presión aductiva y abductiva. Las amplitudes son medidas de pico a pico basadas en el promedio de 50 ondas. La calibración horizontal es de 31.2 mseg.

siones cubiertas pre-estímulo durante experimentos de tiempo de reacción, de generalización y de umbrales, y de esta manera determinar el grado en que tensiones cubiertas predisponen a una respuesta perceptual observable (Hefferline y Bruno, 1971). También se puede utilizar la retroalimentación de las ondas para generar una ejecución completa por medio del desarrollo de su contraparte en miniatura; tendremos más que decir acerca de este uso posteriormente.

Los estudios que se acaban de describir, y otros en el área de la electromiografía y la metodología propioceptiva, se realizaron con la esperanza de que me permitirían atacar, con rigor científico, algunos problemas clínicos objeto de mi interés. Cuando era estudiante de posgrado me hacía la pregunta de por qué una persona evitaba con la mayor urgencia una situación que, para el observador desinteresado, no planteaba amenaza alguna. Una respuesta perspicaz sería la de que no es la situación en sí la que motiva la preocupación, sino lo que la persona es tentada a hacer en dicha situación, o lo que realmente hizo o intentó hacer en ocasiones anteriores y lo cual le acarreó como consecuencia un *deplorable castigo.* Puesta de nuevo en circunstancias semejantes, se retira en forma automática sin siquiera recordar por qué. Dado que hice mis estudios de grado en la Universidad de Columbia, la elección inevitable fue la de plantear el problema experimentalmente utilizando ratas e intentando avanzar en ello lo más posible.

En Indiana, Estes (1944) había terminado no hacía mucho tiempo un estudio sobre el castigo empleando ratas como sujetos. Su conclusión fue la siguiente: Es claro...que un estímulo perturbador o traumático activa una condición diferente en un organismo del tipo comúnmente llamado "emocional", y que cualquier estímulo presentado simultáneamente con el estímulo perturbador se convierte en un estímulo condicionado capaz de evocar por sí mismo ese estado, en ocasiones posteriores...Cuando el castigo se correlaciona con...una respuesta, la reacción emocional se puede...condicionar a los movimientos incipientes de hacer la respuesta (pág. 36).

Estes ha revisado recientemente su teoría del castigo, pero continúa dándole un lugar preponderante a las respuestas de evitación activa que son producto de una situación de castigos. Ciertamente esto encaja bastante bien con las experiencias reportadas por sujetos humanos.

En lo que he llamado el "experimento de sostenimiento" (Hefferline, 1950), una rata albina, sin pigmento protector en el ojo, fue colocada en una caja de Skinner brillantemente iluminada. Si el animal presionaba la palanca movible que sobresalía de la pared, la luz

se apagaba; pero tan pronto soltaba la palanca, la luz se encendía de nuevo. Bajo estas condiciones, la rata aprendió a sostener la palanca presionada sin soltarla una sola vez hasta por periodos de 45 minutos. Por supuesto, después de esos esfuerzos tan largos de presión de la palanca, es probable que la tensión muscular se haya convertido eventualmente en un estímulo a tal grado punitivo como para contrarrestar otras variables. De hecho, la conducta observada fue la siguiente: cada vez que el animal soltaba la palanca, corría por la caja durante unos cuantos segundos, y después se lanzaba una vez más sobre la palanca.

Posteriormente, después de que se desconectó la luz, la rata podía vagar en forma libre sin recibir castigo. Algunas veces, tocaba la palanca por casualidad, entonces la presionaba y parecía quedar atrapada ahí, incapaz de soltarla. El hecho de presionar la palanca, por lo que concernía a la rata, reinstalaba la situación en la que había estado previamente cuando el soltar la palanca hacía que se encendiese la luz. (Me referiré al desarrollo de toda esta situación disparada por uno de sus componentes utilizando el término reintegración.)

Supuse, al observar la conducta de la rata, que ésta no se ponía ahí en la oscuridad a recordar, como lo haría una persona, que si soltaba la palanca la luz se volvería a prender. En lugar de eso, inferí que el animal hacía muchos movimientos incipientes de soltar la palanca; esto es, empezaba a dejar de oprimirla, pero como esto, en los términos de Estes, producía un estado "emocional" condicionado a los estímulos propioceptivos y táctiles generados por la acción de soltar, volvía a presionar la palanca para eliminar dicho estado.

Debido a que el aparato que utilicé trabajaba con base en el simple encendido y apagado, no podía revelar los movimientos incipientes de liberación de la palanca. Entonces un estudiante llamado Winnick (1956) llevó a cabo una investigación de seguimiento en la que el animal, en lugar de presionar la palanca, empujaba un pequeño panel vertical con una bisagra en su parte superior. El panel podía ser empujado más allá del punto necesario para apagar la luz, y una plumilla sobre una cinta de papel movible indicaba con su trazo el grado de movimiento. Al principio del condicionamiento, el animal permitía con cierta frecuencia que la luz regresara en forma momentánea. Posteriormente, la mantenía apagada durante periodos más largos. Sin embargo, el panel no permanecía estacionario; la plumilla de registro indicaba un movimiento errático irregular en dirección al punto que permitía el retorno de la luz, pero antes de que esto ocurriera, se observaba que el animal hacía en forma repentina una

especie de arremetida que llevaba al panel a la posición segura. El estudio de Winnick demostró con claridad que la respuesta de sostenimiento estaba constituida por una actividad continua, consistente en movimientos incipientes y correcciones que probablemente se debían a los estímulos propioceptivos y táctiles generados por la acción de soltar, los cuales producían un estado emocional (Hefferline y Bruno, 1971, págs. 164-165).

Mientras estaba llevando a cabo los experimentos con animales, me vi envuelto en un enfoque distinto a los mismos problemas y a otros que, a nivel humano, le estaban relacionados. Mi interés en la conducta cubierta como la base física del pensamiento, la imaginación y el sentimiento, me llevó a preparar un conjunto de instrucciones que permitían llevar a cabo un examen propioceptivo del propio cuerpo. Junto con ellas iba una cantidad considerable de material acerca de una serie de proyectos psicológicos de tipo de "hágalo usted mismo" que no estaban relacionados directamente con la musculatura, pero que para los propósitos presentes trataré de separar del contexto en el que se encontraban. La parte que abstraeré se refiere a la tensión y al movimiento, y, aunque aparecerá aquí muy simplificada, espero que no sea demasiado.

Los procedimientos en cuestión y el material que los fundamentaba se dieron mimeografiados bajo el título de *"Experimentos informales en el autoconocimiento"*, a estudiantes de pregrado inscritos en cursos sobre psicología anormal, quienes podían ganar puntos contestando los cuestionarios. Los estudiantes empleaban un código compuesto de letras y números, el cual aseguraba la confidencialidad. Sus reportes escritos con los resultados obtenidos personalmente al seguir las instrucciones los entregaban posteriormente. Una versión revisada y expandida del material, con extractos de los reportes de los estudiantes, fue publicada en 1951 como la primera mitad de la obra *Terapia de la Gestalt.* En los años siguientes el material continuó empleándose en los cursos, por lo que se recogieron reportes de más de mil estudiantes.

Como se acaba de mencionar, parte de la tarea del estudiante era hacer lo que equivalía a un examen propioceptivo sistemático de su propio cuerpo, en privado y con el mínimo de distracciones externas. En condiciones óptimas el examen debería llevarse a cabo acostado, para eliminar el trabajo de los músculos antigravitatorios. Probablemente, cualquier persona viva o sin parálisis fláccida, debería ser capaz de discriminar la condición tónica de toda o de cualquier parte de su musculatura esquelética. Quizá la primera pretensión de un sujeto es que lo puede hacer: dice que puede sentir cada parte

de su cuerpo. Cuando se le pregunta más, sucede que lo que él tomaba como una discriminación propioceptiva de una parte particular de su cuerpo, era realmente una visualización de aquella parte o verbalización acerca de su localización. Para discriminar la parte, sucede que se tiene que intensificar la propiocepción realizando movimientos reales.

Si se persuade al sujeto que continúe perfeccionándose, reportará que le faltan propioceptivamente algunas partes de su cuerpo. Supongamos que es el cuello: Puede discriminar una masa, que es su cabeza, y otra, su cuerpo. Tendrá pues, entre ellas, un espacio vacío. Llegado a este punto, es probable que el sujeto interrumpa su participación porque recuerde cosas más importantes que hacer que las aparentemente disparatadas en las que en ese momento se halla comprometido.

Sin embargo, hay sujetos en los que nace cierta curiosidad acerca de los puntos vacíos, y con la esperanza de recuperar algunos de los grados de libertad perdidos en su sistema de control voluntario, tratan de poner una mayor atención y de adquirir un interés más acentuado en esta situación privada tan peculiar. Dicen entonces que un punto vacío puede llenarse gradualmente, o puede volverse de repente el lugar de un dolor agudo, o aparecer parestesias de uno u otro tipo, sensaciones "eléctricas", o bien el dolor inequívoco de un calambre muscular.

Así, lo que antes era un vacío se puede convertir en algo que requiere de tanta atención como la que se le da a un dolor de muelas. Se pueden hacer discriminaciones adicionales y más detalladas. Pronto, se hace imperioso relajarse para vencer el calambre, pero el sujeto dice que no sabe cómo hacerlo; le preocupan los así llamados músculos voluntarios, y descubre que aparentemente éstos no están bajo su control. El sujeto se encuentra más o menos en la posición de un estudiante del curso de introducción a la psicología, a quien se le asegura que tiene los músculos voluntarios que se necesitan para mover las orejas. Por supuesto, la diferencia estriba en que, en el caso de las orejas, nunca adquirió control, mientras que en el de los calambres musculares, de alguna manera lo perdió.

Tan pronto como en este caso se plantea cómo adquirir o recuperar el control, brotan problemas para la investigación en todas las direcciones. Una multitud de variables, tanto directas como indirectas en sus efectos, se hacen importantes; de ellas sólo una implica continuar prestando atención al bloque, pese a cualquier molestia, y mantenerse alerta a cualquier cambio sutil (Hefferline, 1953; págs. 747-748).

Hasta este punto, lo que se ha desarrollado con el calambre es una especie de confrontación de músculos, flexores contra extensores, involucrando regiones locales o incluso el cuerpo en su totalidad, lo que a su vez conlleva posturas balanceadas o distorsionadas. El sujeto tenderá a mantener su respiración en la posición de inspiración característica de la ansiedad. Es importante que respire, y que resista la fuerte tendencia a distraerse de alguna manera, a dejar de respirar, o a relajarse prematuramente.

El criterio de qué es prematuro es el de que si no se mantiene la respiración durante el calambre, no se provoca una creciente sensación de excitación, ni se siente un impulso hacia una acción particular, o hacia la lucha en su contra. Cuando esto llega a ocurrir, la situación comienza a revelar un significado, que es justamente lo que se quiere. Al producirse lo anterior, el sujeto puede pensar acerca de una persona particular, a quien llamaremos la persona X. ¿Qué siente hacia esta persona?, ¿cólera? Puede experimentar el impulso de pegarle con sus puños, o apretar sus manos como si estuviera estrangulándolo. Las instrucciones le sugieren ahora que lleve a cabo el movimiento de que golpee la cama o que estrangule la almohada.

La situación parece completarse aún más; el sujeto recuerda alguna situación particular con la persona X, o una serie de tales ocasiones. Las situaciones parecen ser tan grotescas, que no pueden ser consideradas como reales, sino más bien como la recurrencia de una vieja fantasía cargada de emoción; el sujeto se ve entonces sumergido, pero no perdido, en ella. Continúa siendo él mismo, capaz de observar, aprender y expresar conscientemente lo que sentía hacia la persona X, dándose cuenta además de cómo la persona X lo sentía a él. La escena pretérita es experimentada como si fuera vívidamente presente. El sujeto se siente como se sentía en aquel entonces. La persona X es tan formidable como lo era él entonces. La situación es desesperada. Se siente débil y desamparado. Todo pende de la balanza. No puede respirar; no se puede mover; pero al mismo tiempo es un observador muy cerca de todo. La escena es del pasado, parecía desaparecida para siempre. Tal vez escucha la voz de su madre diciendo las ominosas palabras: "Si no aprendes a controlar tu temperamento, matarás a alguien. Mátaras a alguien. Matarás a alguien."

De repente, la persona X puede encogerse y aparentar retroceder; la clarificación y el alivio inundan al sujeto. Se puede encontrar a sí mismo diciendo: "No le tenía miedo, tenía miedo de matarlo". Se pueden ahora agolpar una multitud de recuerdos acerca de cómo aprendió a asumir él mismo la actitud que su madre tenía acerca de él, cómo aprendió a sentirse alguien que debería estar constante-

mente bajo custodia, pues su temperamento podía hacerle matar a otro. Tristemente, puede notar que todavía tiene que ser el "niño bueno" que no "hace teatros", y que ciertamente no "pierde su temperamento y mata a alguien".

En el caso hipotético presente, tal vez el sujeto se percate que fue durante su autoexamen propioceptivo cuando surgió todo. Quizá se dé cuenta de que existe una persona X actual con la que tiene un problema. Pero esta persona X no es formidable, y el problema no es letal. Todo lo que necesita el sujeto es enfrentar su problema; si lo hace no habrá más emociones y se enfrentará de modo más realista a otras personas X.

El problema no necesita ser de temor, ira o dolor; podría ser un sentimiento positivo como el amor, la ternura, la compasión, en el caso de que se le haya enseñado a ver a estos últimos sentimientos como afeminados y prohibidos. Algunos estudiantes reportaron experiencias retardadas de pesadumbre activadas durante las exploraciones propioceptivas, durante las que quizá por vez primera, desde su niñez, se liberaron y se permitieron el lujo de llorar.

¿Qué tanto podemos esperar que progrese un estudiante cuando trabaja solo, sin más ayuda que un libro? Creo que aquellos que más se beneficiaron de los experimentos de autoconocimiento, fueron los que menos lo necesitaban. Eran ya lo suficientemente independientes y libres como para hacer buen uso de ellos. Otros, con problemas más severos, se salieron del proyecto, lo que era su privilegio; otros continuaron, pero atacaron los procedimientos por insensatos o inmorales. Y, por supuesto, algunos de los reportes más dramáticos probablemente revelaron talento para escribir novelas.

Un efecto que ha tenido el libro en el público en general ha sido el prepararlos para la ayuda profesional. Muchos lectores han llamado o escrito, pidiéndome que los refiera a un terapeuta de la gestalt.

Hasta ahora, he hablado como si Perls, Goodman y yo fuésemos los propietarios del enfoque muscular a la terapia. Nada podría estar más lejos de la verdad. El día que conocí a Fritz Perls me enteré de que Wilhelm Reich, con quien Perls se había entrenado, manejaba el concepto de "armadura muscular" (Reich, 1949). Perls desarrolló este concepto de una manera más amplia como lo mencionamos más adelante.

Cerca del fin de su vida, Reich (1948) se obsesionó con la persecución de una energía cósmica que él llamaba orgona. Algunos terapeutas Reichianos se autonombran orgonomistas, pero hasta donde yo sé, el empleo de los pequeños cubículos denominados acumuladores de orgona ha sido descontinuado.

Varios grupos florecientes de terapeutas ven a Reich como su fundador. Alexander Lowen (1967) llama a su enfoque Bioenergética y tiene un cuerpo de seguidores bien establecido. El y sus colegas trabajan individualmente con los pacientes en ejercicios corporales diseñados para soltar los sentimientos. Casriel (1972) y sus seguidores emplean diversos ejercicios que se realizan en situación de grupo para liberar los sentimientos de miedo, furia, dolor, amor y placer. El llorar, el chillar y el gritar son parte del proceso de "soltarlo". Casriel intituló *Un grito por la felicidad* a un texto en el que se describe su método. Seguramente le dio ese nombre para homenajear a Janov (1970), líder de una escuela rival de terapia, quien había publicado dos años antes una obra llamada *El grito primordial.*

La terapia primordial, dice Janov, "implica la demolición del sistema neurótico por un violento cataclismo". En su opinión "fuera de esto, nada eliminará la neurosis". Gritos intensos y prolongados hasta el punto del agotamieno parecen ser los actos que estos terapeutas llaman "primordiales". Al principio, el tratamiento se hace individual sólo con Janov presente, pero después se puede continuar durante meses en una situación de grupo. Se reporta que los dolores que son liberados y que supuestamente han sido incoscientemente sufridos desde la niñez, son la consecuencia de no haber tenido suficiente amor por parte de los padres, y se dice que, durante los actos primordiales, los pacientes gritan y hacen ruegos suplicantes tales como "Quiéreme, papá".

Me temo que he hablado de Casriel y de Janov de una manera algo burlona; respeto a ambos, pero aún pienso que no deja de ser divertido ver libros con títulos sobre gritos. Creo que no es justo decir que el objetivo esencial para Reich, Lowen, Casriel, Janov, y varios otros neoReichianos, es la descarga de la tensión: para Reich, y quizá para Lowen, la descarga tiene una "primacía genital"; para Casriel es una descarga de la felicidad al poder expresar libremente los verdaderos sentimientos de uno mismo; y para Janov ha sido una descarga de los dolores primordiales.

Mencioné que Fritz Perls había añadido algo al concepto de armadura muscular de Reich: el hecho de que el conflicto muscular revela un yo dividido, colgado, como dice la expresión, entre en funesto problema de hacer o no hacer. El objetivo técnico desde el punto de vista de Perls (Perls, 1969) no es simplemente el de romper el desacuerdo a partir de su manifestación sintomática observable; hay un sinnúmero de modos de poner fin al conflicto en vez de resolverlo. Eso es precisamente la neurosis. La solución ideal es una solución creativa, en la que al final ambas partes del problema ganan. Usual-

mente el saldo es a fin de cuentas menor, debido a que se hizo un compromiso logrado después de una búsqueda y de una negociación activa. Lo que es más, durante el proceso se verá que secuencias de conducta automática, habituales desde hace mucho tiempo, son puestas en tela de juicio y modificadas de manera que se recuperan algunos grados de libertad. Esta no es la *libertad de,* mencionada como el resultado más característico y deseable en los otros enfoques terapéuticos, sino que más bien es la *libertad para,* libertad para crecer, para diferenciarse, para integrarse, para poseer un yo más rico.

Lo que he expuesto acerca de la propiocepción en el caso del conflicto muscular, ha tenido un carácter fenomenológico. Si el espacio lo hubiese permitido, hubiera intentado desarrollar un modelo neurofisiológico semejante a la aproximación de la llamada disposición preparatoria, sustentada por Roger Sperry para explicar los problemas de la memoria (Sperry, 1958). Sperry cree que por lo menos una gran parte de la información de la memoria no se codifica en forma de engrama, sino que es transportada dentro de dinámicas contextuales en las que ciertos patrones selectivos, destacándose sobre las excitaciones de fondo, son siempre necesarios para activar un engrama particular. Esto es, la huella de la memoria y el contexto excitatorio en el que se evoca son cofunciones mutuamente interdependientes. La codificación se manifiesta entonces como una combinación. Es una codificación de alto nivel, no una codificación a nivel molecular. La mayor parte de la información no necesita ser colocada en el sistema estático del engrama o huella mnémica; se manifiesta por una reactivación en la que se combinan los fenómenos excitatorios transitorios con los efectos del engrama.

Para aplicar la vieja noción de reintegración de Hollingworth (véase Keller y Schoenfeld, 1950), en la que el pensar en un componente de un recuerdo reactiva al recuerdo total, se podría formular la hipótesis de que la atención dirigida a una parte de la musculatura facilita las redes nerviosas implicadas en su inervación o contracción tónica y produce un disparo substancial de unidades motoras. Si este disparo incluye músculos opuestos, da lugar a un proceso doble de reintegración que, por medio de la facilitación continua, llega a producir ese recuerdo exagerado que describí. Sin embargo, no trataré de seguir estas ideas por el momento.

Sugerí previamente que los avances en instrumentación y la posibilidad de hacer un monitoreo que permita la retroalimentación biológica facilitará y acrecentará el entrenamiento de las discriminaciones propioceptivas del conflicto muscular. He tenido disponible equipo electromiográfico convencional sin usarlo extensamente con

este propósito. La batahola de alambres y cables delicados y la inmovilidad forzada del sujeto conectado a los aparatos de registro parece servir como un antídoto a la espontaneidad que alimenta la excitación y la experiencia novedosa. Sin embargo, con la llegada de circuitos integrados en miniatura, multiplexores y trasmisores de bolsillo, y la recepción telemétrica de señales provenientes de un sujeto sin cables y en libertad de movimiento, las posibilidades se hacen aún mucho más excitantes.

Paradójicamente, un impedimiento que aparece cuando se trabaja en un ambiente no médico, ha sido la posibilidad de tener demasiado éxito. En palabras de Chaim Shatan (1963), un médico que practica la terapia Reichiana: "La relajación de los músculos rígidos se puede acompañar de síntomas transitorios de conversión histérica, o por equivalentes afectivos tales como la náusea, la diarrea, o la falta de aire. Una relajación muy rápida en un paciente que estaba congelado precipita ocasionalmente una zozobra emocional, incluso pánico. Esto puede ser una señal de alarma de que no está todavía listo para un cambio tan radical. (Por lo menos así lo creo.) Si esto llegara a suceder, el uso de estas técnicas especializadas debe posponerse, para evitar que el paciente desarrolle un mayor apartamiento de sus emociones (págs. 26-27).

Una conclusión inevitable es que la investigación intensiva en esta área no será autorizada por el Comité de Revisión del Trabajo Experimental con Sujetos Humanos, a menos que se cuente con los servicios de un médico. Sin embargo, es posible que el ambiente óptimo sea un hospital psiquiátrico, en el que también se tendría disponible un universo de sujetos, facilidades de videotape que se añadirían a la instrumentación ya mencionada, y la atmósfera permisiva de una comunidad terapéutica. Todo esto hace suponer que el programa, aunque factible, será una empresa tediosa. No obstante, pienso que es tiempo ya de intentarlo.

BIBLIOGRAFÍA

Casriel, D. *A scream away from happiness.* Nueva York. Grosset & Dunlap, 1972.

Bruno, L. J. J., Davidowitz, J. y Hefferline, R. F. EMG waveform duration: A validation method for the suface electromyogram. *Behavior Research Methods and Instrumentation,* 1970, *2,* 211-219.

Bruno, L. J. J., Hefferline, R. F. y Suslowitz, P. D. Cross-modality matching of muscular tension to loudness. *Perception and Psychophysics,* 1971, *10,* 115-118.

Dollard, J. y Miller, N. E. *Personality and psychotherapy.* Nueva York. McGraw-Hill, 1950.

Estes, W. K. An experimental study of punishment. *Psychological Monographs,* 1944, *57* (3, el número 263 completo).

Hefferline, R. F. An experimental study of avoidance. *Genetic Psychology Monographs,* 1950, *42,* 231-334.

Hefferline, R. F. The role of proprioception in the control of behavior. *Transactions of the New York Academy of Sciences,* 1958, *20,* 739-764.

Hefferline, R. F. y Bruno, L. J. J. The psychophysiology of private events. En la obra de Jacobs y L. B. Sachs (dirs.), *Psychology of private events.* Nueva York: Academic Press, 1971, págs. 163-192.

Hefferline, R. F., Bruno, L. J. J. y Davidowitz, J. Feedback control of covert behaviour. En la obra de K. J. Connolly (dir.), *Mechanisms of motor skill development.* Londres. Academic Press, 1971, págs. 245-278.

Hefferline, R. F. Keenan, B. y Harford, R. A. Escape and avoidance conditioning in human subjects without their observation of the response. *Science,* 1959, *130,* 1338-1339.

Hefferline, R. F. y Perera, T. B. Proprioceptive discrimination of a covert operant without its observation by the subject. *Science,* 1963, *139,* 834-835.

Janov, A. *The primal scream. Primal therapy: The cure for neurosis.* Nueva York. Dell, 1970.

Keller, F. S. y Schoenfeld, W. N. *Principles of psychology.* Nueva York. Appleton-Century-Crofts, 1950.

Lowen, A. *The betrayal of the body.* Nueva York: Macmillan, 1967.

Pavlov, I. P. *Experimental psychology and other essays.* Nueva York. Biblioteca de filosofía, 1957.

Perls, F. S. *Ego, hunger and aggression.* Nueva York: Random House, 1969.

Perls, F. S., Hefferline, R. F. y Goodman, P. *Gestalt therapy: Excitement and growth in the human personality.* Nueva York. Julian Press, 1951.

Reich, W. *The cancer biopathy.* (Traducción realizada por T. P. Wolfe.) Nueva York. Orgone Institute Press, 1948.

Reich, W. Character-Analysis. (Traducción de T. P. Wolfe.) Nueva York. Orgone Institute Press, 1949.

Shatan, C. Unconscious motor behavior, kinesthetic awareness and psychotherapy. *American Journal of Psychotherapy,* 1963, *17,* 17-30.

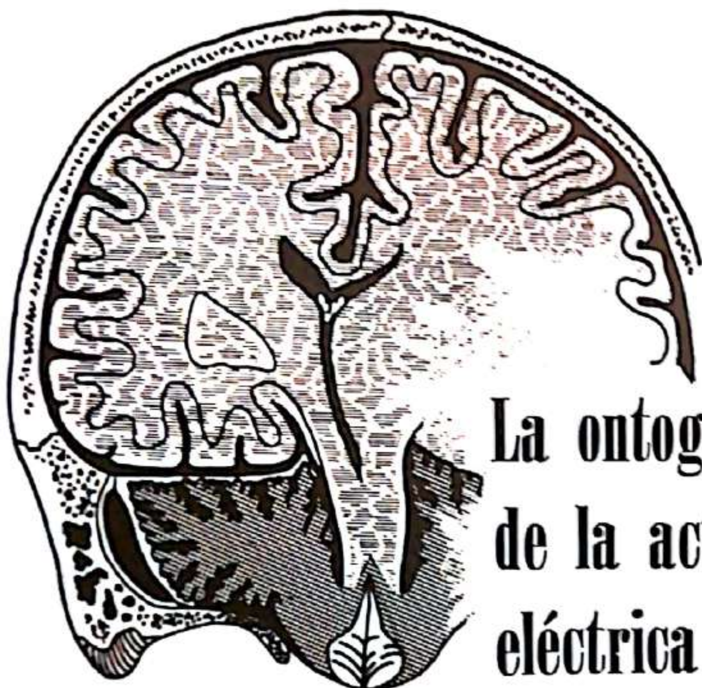
Skinner, B. F. *Science and human behavior.* Nueva York. Macmillan, 1953.

Sperry, R. W. Pshysiological plasticity and brain circuit theory. En la obra de H. F. Harlow y C. N. Woolsey (dirs.), *Biological and biochemical bases of behavior.* Madison: University of Wisconsin Press, 1958.

Stevens, S. S. The psychophysics of sensory function. En la obra de W. A. Rosenblith (dir.), Sensory communication. Cambridge, Mass. M.I.T. Press, 1961, págs. 1-33.

Winnick, W. A. Anxiety indicators in an avoidance response during conflict and nonconflict. *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 1956, *49,* 52-59.





La ontogénesis de la actividad eléctrica cerebral y los factores del medio

Serge Netchine, al analizar los efectos del ambiente en el desarrollo de la actividad eléctrica cerebral, nos ofrece los datos de investigación que fundamentan la posibilidad de someter a control los procesos en el sistema nervioso.

Como Netchine señala, durante mucho tiempo se consideró que el sistema nervioso se desarrollaba conforme a una secuencia autónoma, independiente de los estímulos exteriores. Los trabajos mencionados en este capítulo hacen ver la incorrección de esa hipótesis.

No sólo variables como la falta de estimulación o su contraparte, el aumento en los estímulos que recibe un organismo, determinan la organización de la actividad cerebral, sino también condiciones más particulares, como sería la vida en un determinado habitat o incluso la pertenencia a un grupo étnico o a una cierta clase social.

Estas circunstancias especiales de la existencia de los individuos se ven acompañadas de estimulaciones repetitivas que dan pie a modos típicos de actuar, con su consecuente repercusión en la organización del sistema nervioso.

El trabajo debería ser motivo de reflexión para neurólogos y psicólogos del desarrollo, pero también es una contribución importante que allana el camino a quienes deseen trabajar en el condicionamiento de la actividad del sistema nervioso central.

S. Netchine
Laboratorio de Psicobiología del Niño, París, Francia

ÁREAS PARA EL ESTUDIO ONTOGENÉTICO DE LA ACTIVIDAD ELÉCTRICA CEREBRAL

En primer término, revisaremos los fenómenos que describen básicamente el proceso ontogenético de la actividad eléctrica cerebral, tal como es más comúnmente registrada; esto es, por medio de una serie de instrumentos que proporcionan registros gráficos de las diferencias en potencial de varias regiones del cráneo. Dejaremos a un lado las investigaciones sobre potenciales evocados, las cuales requieren técnicas adicionales de sumación y de extracción de la señal.

De esta manera, el campo donde la ontogénesis del electroencefalograma (EEG) se estudia puede ser dividido esquemáticamente en tres partes, mencionadas en forma alternativa en el presente trabajo.

El *sueño,* como se sabe, abarca varias fases cuyas duraciones respectivas varían con la edad. En particular, se observa durante la infancia un incremento en el así llamado "sueño quieto", ya que al nacer, en el caso de muchos mamíferos, se ve casi exclusivamente el llamado sueño "activo". Los criterios para la evaluación del sueño quieto y activo se encuentran en la conducta y en el EEG, en donde están representados por el grado de sincronización.

El *estado de vigilia relajada,* es decir, el estado en el que el sujeto está despierto pero relajado desde el punto de vista muscular e intelectual, sin estimulaciones sensoriales, particularmente de tipo visual.

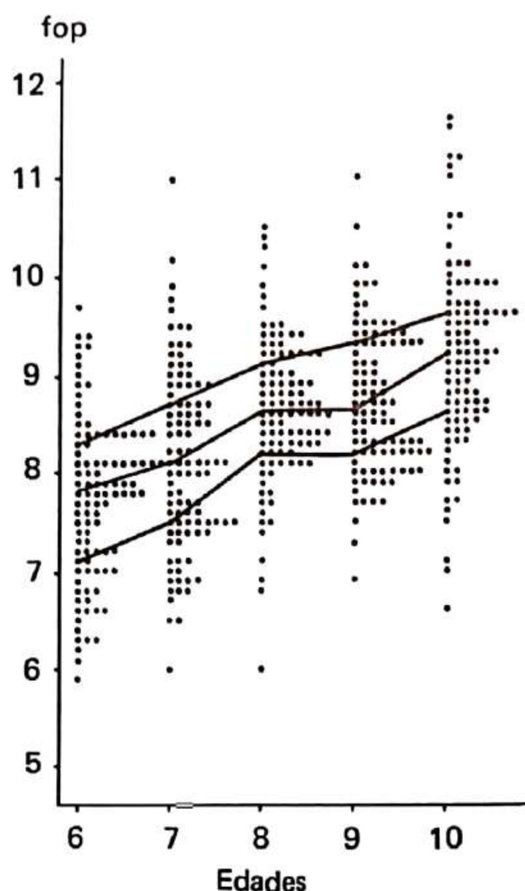


Fig. 6.1. Valores individuales de la frecuencia occipital promedio (FOP) en 500 sujetos de 6 a 10 años de edad.

En este estado, en el que la actividad EEG es más comúnmente registrada, al menos en el dominio médio, se observa una actividad eléctrica rítmica del cerebro, cuyas oscilaciones tienden a incrementar progresivamente su frecuencia con la edad hasta llegar a la adolescencia. En figura 6.1 se muestra la evolución de la frecuencia occipital promedio, año por año, en grupos de edades de los 6 a los 10 años.

Vemos que hay un incremento, aunque desigual, en la frecuencia de todas las zonas cerebrales.. Es más importante en las áreas posteriores (occipital y parietal) que en las anteriores (rolándica y frontal), de manera que existe una diferenciación entre las áreas del cerebro (véase, fig. 6.2). Asimismo, para cierta edad, existen considerables diferencias entre los sujetos, de manera que la evolución ontogenética de la frecuencia es meramente una tendencia promedio.

La *reactividad* es una categoría compuesta, que incluye cambios en la composición química de la sangre así como respuestas a diversos estímulos sensoriales, o a estimulaciones relacionadas con el medio social.

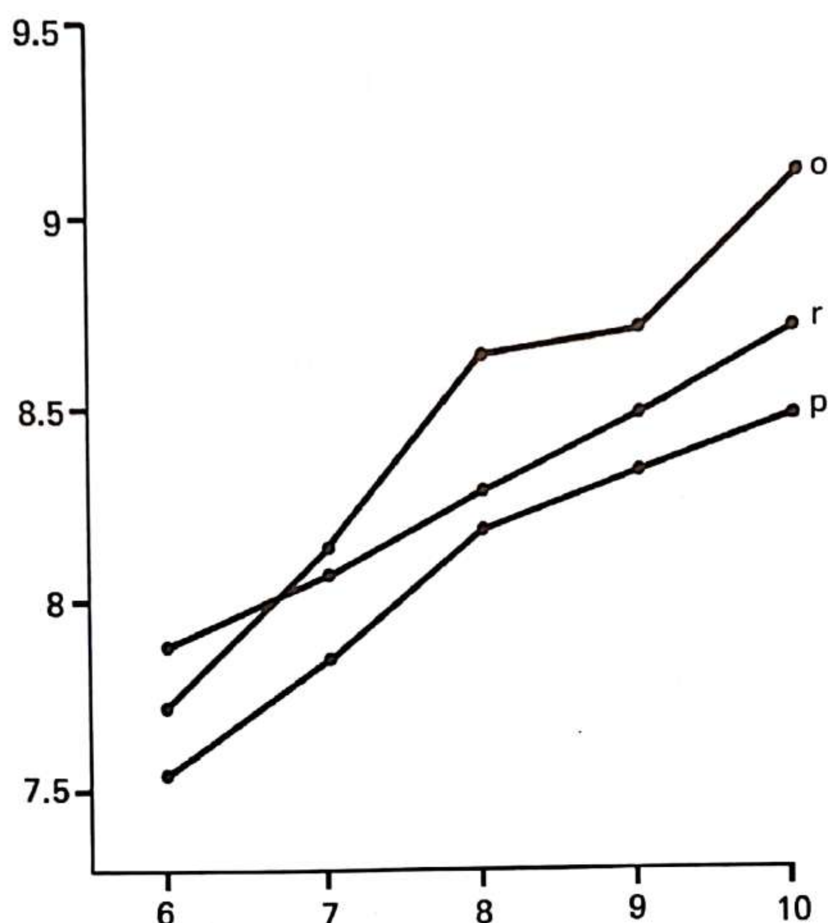


Fig. 6.2. Diferenciación entre distintas zonas del cerebro.

Solamente uno de los signos de "reactividad" del EEG, la reacción de bloqueo del ritmo alfa, tiende a consolidarse y a aumentar a través de la ontogénesis. El bloqueo está considerado como un componente principal de la activación, y representa la puesta en marcha de los sistemas reticulocorticales que controlan y regulan la "atención". Por el contrario, la mayoría de los demás signos de reactividad tienden a disminuir con la edad: la hipersincronización durante la hiperpnea; los potenciales de espiga inespecíficos que aparecen en el vertex y que son frecuentemente identificados como una "reacción de sorpresa"; y finalmente la actividad teta y las espigas que se localizan generalmente en el área tempororolándica y que testifican labilidad emocional. Las actividades de este tipo tienen un significado especial en el contexto del problema que aquí investigamos: sus porcentajes aumentan en los niños con problemas, o sea los niños afectados por elementos perturbadores en el medio ambiente.

EFECTOS DE LA ESTIMULACIÓN Y DE LA PRIVACIÓN DE ESTÍMULOS

Durante mucho tiempo, la ontogénesis de la actividad eléctrica cerebral ha sido explicada por medio de la hipótesis "maduracional", de acuerdo con la cual el desarrollo del sistema nervioso es esencialmente autónomo, o al menos relativamente independiente de condiciones exteriores. Tal enfoque ha sido puesto en duda gracias a investigaciones recientes, que muestran el efecto de varios tipos de privación o de estimulación en el desarrollo cerebral. Sin embargo, estos estudios hacen mayor hincapie en los datos anatómicos, histológicos y bioquímicos, que en los del EEG.

Se deben mencionar aquí dos importantes tendencias en la investigación. En primer lugar, los estudios sobre los efectos de la desnutrición, los cuales han contribuido en gran medida a poner en duda la teoría del cerebro como un "santuario" que escapa de los peligros de las condiciones exteriores. Así, por ejemplo, tenemos el caso del kwashiorkor, una deficiencia proteínica que se acompaña de una alteración del EEG, en particular de una excesiva abundancia de ondas lentas, correlacionada con un retardo irremediable en el crecimiento cerebral (Engel, 1956; Nelson, 1959; Platt y col., 1965).

En segundo lugar, la investigación acerca de los efectos del medio ambiente en el peso y la composición del cerebro. Dicha investigación evalúa los cambios que se producen gracias a estimulaciones ofrecidas al sujeto.

En la misma categoría general encontramos estudios sobre varias privaciones sensoriales, provocadas en el animal u observadas en humanos ciegos o sordos.

Una exposición de los resultados obtenidos aquí muestra que el concepto de medio ambiente es necesario, pero también vago y pobremente definido.

De esta manera, una manipulación común del medio ambiente consiste en colocar a los animales bajo investigación en ambientes "enriquecidos". Pero se debe recordar (Rosenzweig, 1971) que es debatible hablar de un ambiente "enriquecido" en el caso de los animales criados en el laboratorio, sin alguna referencia posible el ambiente "normal", que no se puede definir fuera de las condiciones de vida inherentes a la especie.

No obstante, se pueden —como en particular lo hace el autor antes mencionado— oponer ambientes agudamente contrastados que son después correctamente definidos como "enriquecidos" o "empobrecidos". En ratas criadas en estas dos condiciones, Rosenzweig observó

diferencias significativas en el peso y en la composición química del cerebro– así como en el grosor de la corteza. Sin embargo tales resultados sólo pueden ser obtenidos cuando el ambiente es tratado como una constelación de factores. Ninguna variable aislada puede, por sí sola, determinar el efecto, ya sea el "manejo" o la interacción social de las ratas o cualquier aprendizaje específico.

Así, el medio ambiente aparece como un todo multivariado, cuyos efectos sólo son perceptibles si se acumulan o se multiplican. Cualquier clasificación ordenada de ambientes diferentes es una aventura peligrosa, abierta a las elecciones y presuposiciones del experimentador. Existe siempre el riesgo de introducir un isomorfismo construido entre las variables dependiente e independiente, y así asumir de antemano lo que se trata de demostrar (G. y S. Netchine 1974).

Esta es la razón por la cual los efectos de la privación de la estimulación visual aferente en el ciego y el ambliópico no pueden ser evaluados a nivel conductual sin tomar en consideración otros elementos: la privación o presencia de estímulos y de interacciones sociales, ejercicio, o ausencia de compensaciones táctiles y auditivas (J. de Ajuriaguerra, 1965; Lairy, 1974). Quizá en lo anterior estriba una explicación de las contradicciones entre las observaciones en animales en condiciones "puras" y los hallazgos mucho menos claros en el hombre, y especialmente en niños.

En los animales, las observaciones muestran los efectos degenerativos en la corteza visual de la privación de estimulación visual aferente (L. Gyllensten, 1959; C. Gottlieb, 1971). En el caso de cierto número de niños ambliópicos, el EEG muestra focos de espigas occipitales izquierdas. En la conducta, estas alteraciones en el EEG están asociadas a un modo particular de relación con el mundo exterior. Comparados a otros niños ambliópicos, estos sujetos se caracterizan por una inferioridad masiva en el dominio perceptivo motor y por la importancia del nistagmo exambliopía.

Debe hacerse notar que este tipo de conducta, así como las espigas occipitales, pueden corregirse cuando se aplican técnicas terapéuticas apropiadas.

La plasticidad y mutabilidad de la actividad eléctrica cerebral debió haber hecho del EEG el método de elección para estudiar los efectos del ambiente en la ontogénesis cerebral. La pregunta debe plantearse así: ¿por qué razones se ha pospuesto esto por tanto tiempo? Se puede encontrar una explicación en el hecho de que los fenómenos eléctricos descritos por Hans Berger despertaron interés al principio, en cuanto que demostraron la existencia de una actividad del sistema nervioso central independiente de los estímulos externos,

y no asimilable a respuestas directamente instigadas por dichos estímulos. Este es en particular el caso del ritmo alfa en el hombre y de su equivalente en el animal. Además, en lo que se refiere a la expresión gráfica de estos fenómenos, cualquier estimulación interna o externa que afecte al sujeto, determina, cuando es eficiente, una anulación o un decremento del ritmo alfa básico que constituye, morfológicamente, la manifestación más espectacular. De esta manera, la mayoría de las observaciones hechas en casos patológicos y en el curso de la ontogénesis de los sujetos normales, han sido realizadas registrando la actividad eléctrica cerebral cuando el ambiente es, por así decirlo, "puesto entre paréntesis".*

No obstante, esta situación es en sí misma la que provee una aproximación al estudio del tipo específico de relaciones que un sujeto establece con su medio "natural". Los procedimientos empleados durante el registro del EEG estándar (relajación muscular, supresión de estimulaciones sensoriales e intelectuales) se supone que deben inducir un estado particular de vigilia, la condición de descanso, o incluso el sueño. De esta manera, se puede asumir que la manera en que el sujeto reacciona ante esta situación y ante sus constricciones específicas, ilustra una transferencia. Dicha transferencia actualiza asociaciones establecidas previamente y constituye una prueba de las relaciones del sujeto con su ambiente habitual. El sujeto puede adoptar una conducta relajada, acomodándose de esta manera a la situación; o puede reaccionar presentando signos de una activación alta: a nivel central por una anulación persistente del ritmo alfa o por manifestaciones periféricas como la presencia del EMG en los músculos del cuero cabelludo, actogramas o respuestas galvánicas de la piel lo que delata tensiones inmoderadas musculares o neurovegetativas.

Bert y col. (1964, 1972) en sus estudios comparativos con primates interpretan el EEG bajo dicha perspectiva, a fin de investigar la diferenciación en la conducta, de acuerdo con los datos ecológicos en animales que se parecen estrechamente uno al otro desde un punto de vista anatomocerebral. Estos animales viven en la sabana o en la selva, son o no atacados por animales de rapiña, duermen en árboles con ramas sólidas o frágiles, etc. Cuando se registra en el laboratorio la organización de la vigilia, así como la del sueño, se obtiene evidencia de un modo de reacción a la situación experimental condicionado por el repertorio de experiencias anteriores del animal.

*Se puede encontrar un ejemplo radical de este tipo de hallazgos en el trabajo de F. Vital-Durand y F. Michel (1971): ratas totalmente deaferentadas muestran una actividad somática reducida, pero aún presentan un ciclo más bien regular de sueño y vigilia.

ACTIVIDAD CEREBRAL Y AMBIENTE NEONATAL

Recientemente, las diferencias ambientales han sido también invocadas en particular por C. Dreyfus-Brisac (1970) para explicar las diferencias observadas en la organización del sueño en niños prematuros y normales de la misma edad conceptual, 38 a 41 semanas. Los últimos presentan un mayor porcentaje de sueño "quieto" que los primeros, mientras que los prematuros se caracterizan por la longitud de sus fases de sueño "activo" y por las bajas correlaciones entre los diversos componentes centrales y periféricos que definen el sueño quieto. La maduración cerebral es idéntica en ambos grupos. Pero se puede considerar que los prematuros sufrieron una verdadera privación sensorial: perdieron precozmente el beneficio de las aferencias somestésicas y neurohumorales recibidas en el útero. Además, son expuestos en sus incubadoras a estimulaciones inoportunas: ruido y luz constantes, intervenciones heterogéneas en su cuidado y alimentación que introducen fracturas temporales no integrables por los sistemas aferentes a la disposición del niño.

K. E. Barnard (1972) proporciona la primera prueba experimental de esta hipótesis explicatoria. Obtiene un progreso madurativo: un aumento de peso y una disminución de la agitación, en prematuros a quienes se les expone a estimulación que compensa parcialmente la privación sensorial de la incubadora; balanceo y sonidos del ritmo cardiaco, los cuales evocan la situación intrauterina. (Véase también L. W. Sander y col., 1972; P. Bernstein y col., 1973), etc., acerca de la influencia que ejerce el medio ambiente sobre el sueño del recién nacido).

Se debe mencionar también un estudio de J. Tagney (1973) en el que se compararon ratas criadas en un ambiente "enriquecido" o en aislamiento. Las primeras mostraron un nivel elevado de actividad y una mayor cantidad de sueño que las últimas.

El interés de estos hallazgos no está limitado definitivamente al periodo neonatal. Pueden permitir una interpretación de la relación frecuentemente observada entre los trastornos emocionales durante la edad escolar y los antecedentes de premadurez o poco peso al nacer.

El periodo neonatal también presenta la enorme ventaja de permitir un estudio cuasiexperimental de los efectos del ambiente en la ontogénesis, en tanto que todas las variables ambientales pueden ser controladas.

FACTORES INTERCULTURALES Y SOCIOECONÓMICOS EN LA ONTOGÉNESIS DEL EEG

Por supuesto este ya no es el caso en los periodos ulteriores del desarrollo, especialmente a partir de la edad escolar. El niño tiene entonces a su disposición varios ambientes en su vida: la casa, la escuela, la calle, etc., que son heterogéneos pero con interacciones múltiples. Además, el papel del sujeto mismo como un factor de su propio ambiente está presente desde el nacimiento, pero aumenta más y más durante el desarrollo. El medio ambiente no puede ser concebido como neutral; al contrario, se define de acuerdo con las necesidades del sujeto, y en cierto grado se moldea por su actividad y por los resultados de su acción (Canguilhem, 1967; Wallon, 1973). El organismo participa pues en la creación de su ambiente, pero el problema no es oponer factores innatos o hereditarios y ambientales; la dificultad reside en poder entender unidades de funcionamientos integradas por todos esos factores (véase Zazzo, 1960).

Un ejemplo ilustra lo anterior: uno de los pocos estudios interculturales del EEG del desarrollo temprano, lo realizó Pampiglione, en 1965 en la ciudad de Londres. El comparó la maduración del EEG en niños anglosajones del mediterráneo, hindúes y africanos, de cinco meses a tres años de edad. Observó una actividad occipital rítmica de cinco a seis c/s en lactantes africanos de cinco a seis meses; sin embargo, en lactantes hindúes y europeos no observó esa misma actividad hasta los nueve meses de edad. Esta precocidad en la maduración del EEG se halla asociada a un desarrollo psicomotor y somático más rápido en los niños africanos. Pero estas diferencias no sólo se deben a factores genéticos; están más acentuados en niños africanos criados en Londres con los métodos africanos tradicionales, mientras que los niños africanos criados en guarderías infantiles difieren notablemente menos de los niños europeos.

Los estudios sobre las relaciones entre el estatus cultural y socioeconómico de la familia por un lado, y la ontogénesis del EEG por el otro, son tan escasos como los estudios interculturales. Esto explica por qué es tan interesante informar aquí los resultados de un estudio llevado a cabo con niños normales en edad escolar, en París, que venían de dos ambientes muy diferenciados: de la clase trabajadora y de la profesional (S. Netchine, 1962). En primer lugar, debe especificarse que en los niños de ambos grupos el nivel madurativo del EEG es idéntico. Sin embargo, se observa un contraste en la relación: nivel madurativo del EEG, evolución del CI en las edades

que van de los seis a los ocho años. En los niños de la clase trabajadora la evolución intelectual, representada por el CI está estrechamente relacionada con un nivel madurativo relativamente alto del EEG durante el periodo total de dos años. En la así llamada clase "superior" hay una tendencia opuesta: el nivel mental aumenta más en niños con los EEG más inmaduros. En un grupo sociocultural intermedio estas dos tendencias parecen compensarse mutuamente (véase tabla 6.1).

Tabla 6.1. Valor promedio de la frecuencia occipital a los seis años, y evolución del cociente intelectual (CI) en niños de seis a ocho años, según el ambiente sociocultural a que pertenezcan.

		Variabilidad del CI entre los 6 y los 8 años		
		Disminución	*Sin cambio*	*Aumento*
Grupo 1	Estratos superiores, profesiones liberales	8.27	7.83	7.72
Grupo 2	Clase media	7.25	7.81	7.55
Grupo 3	Obreros	7.70	7.93	9.25

Informo estos hallazgos, los cuales podrían ser ampliamente discutidos, para señalar el hecho de que el EEG aparece como una organización cuyo significado sólo se puede valorar apropiadamente desde el punto de vista de criterios extrínsecos; y en especial, a partir de las características del ambiente en que el sujeto es colocado. Con respecto a estas características, el EEG puede interpretarse como la expresión de uno de los diversos aspectos como cada individuo se ajusta a un medio en el que interactúan numerosos elementos. De aquí el interés de emplear el concepto de tensión (stress) cuando se interpreta el EEG (Lairy, 1967). Este concepto explica ciertas desarmonías entre el sujeto y su ambiente, que pueden permanecer crónicamente y llevar a condiciones patológicas, o ser meramente transitorias y constituir estadios de una ontogénesis normal, debido a las contradicciones entre el niño y el medio en el que vive. Las contradicciones pueden originarse a partir de un cambio en el ambiente o, por el contrario, a la ausencia de cambio mientras el mismo niño cambia (S. Netchine, 1965).

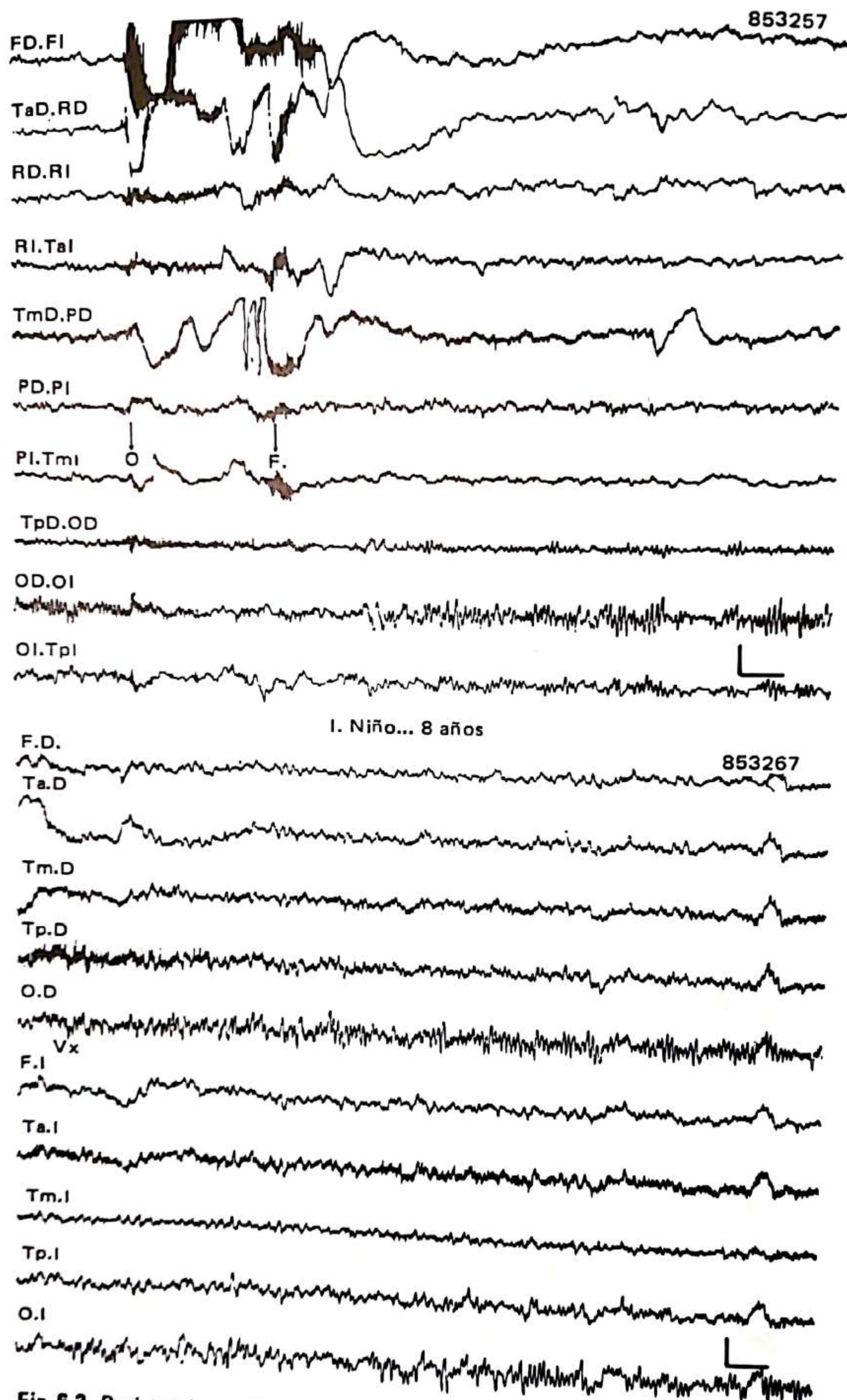
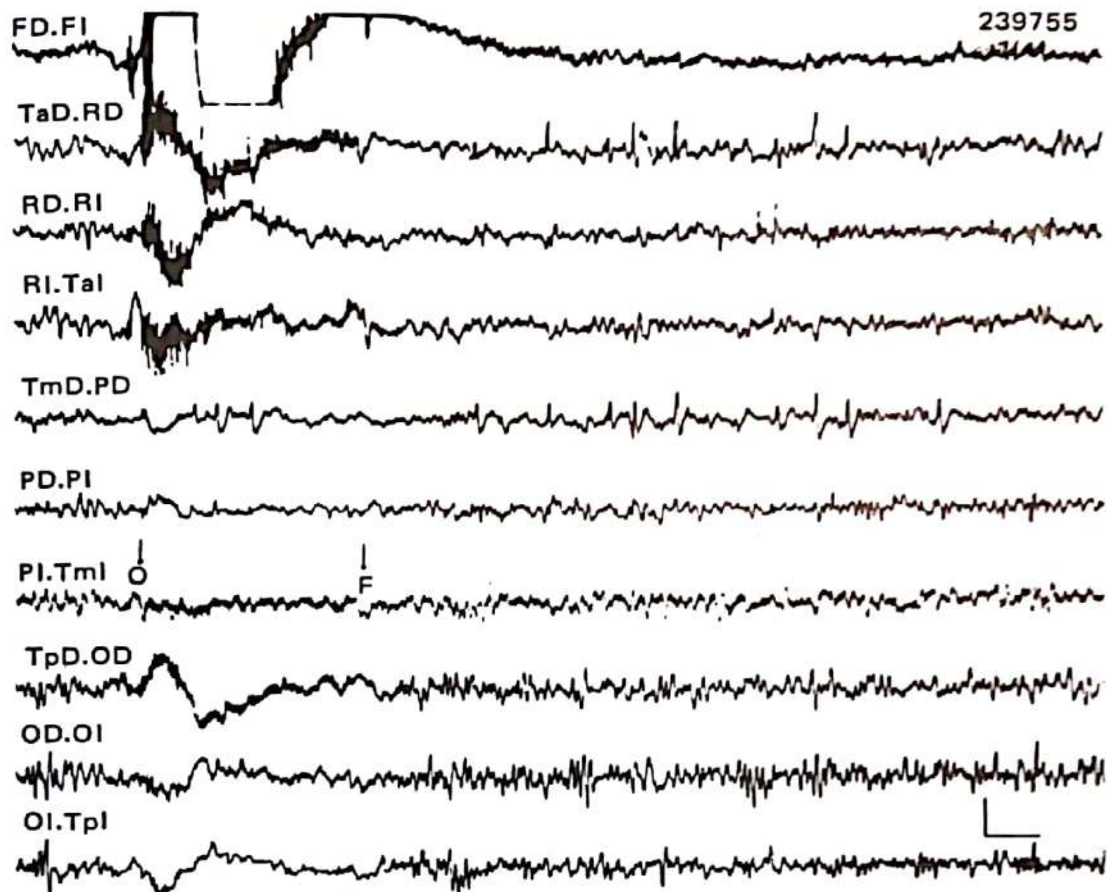


Fig. 6.3. Registro de un niño que presenta un excelente contacto durante el primer examen, aunque se encuentra un poco inestable.



II. Niño... 9 años

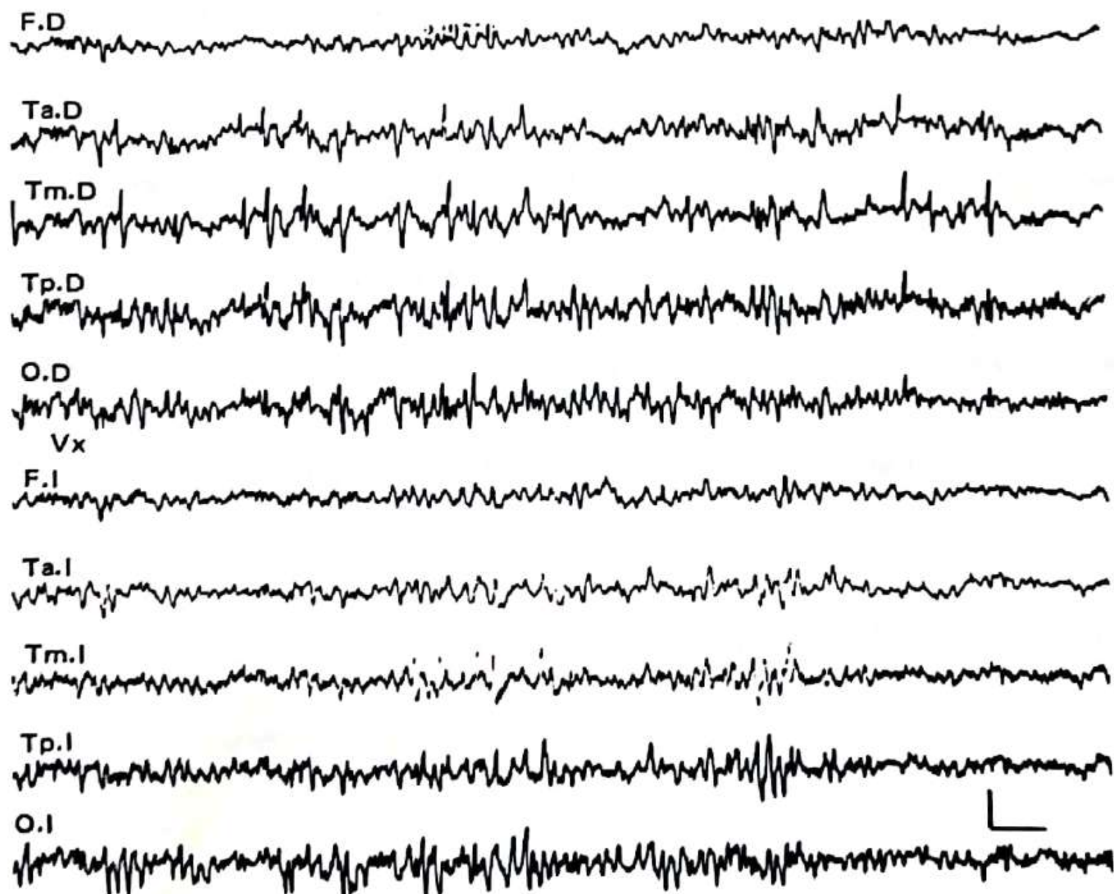


Fig. 6.4. Registro en el que se muestra un foco de espigas temporales derechas.

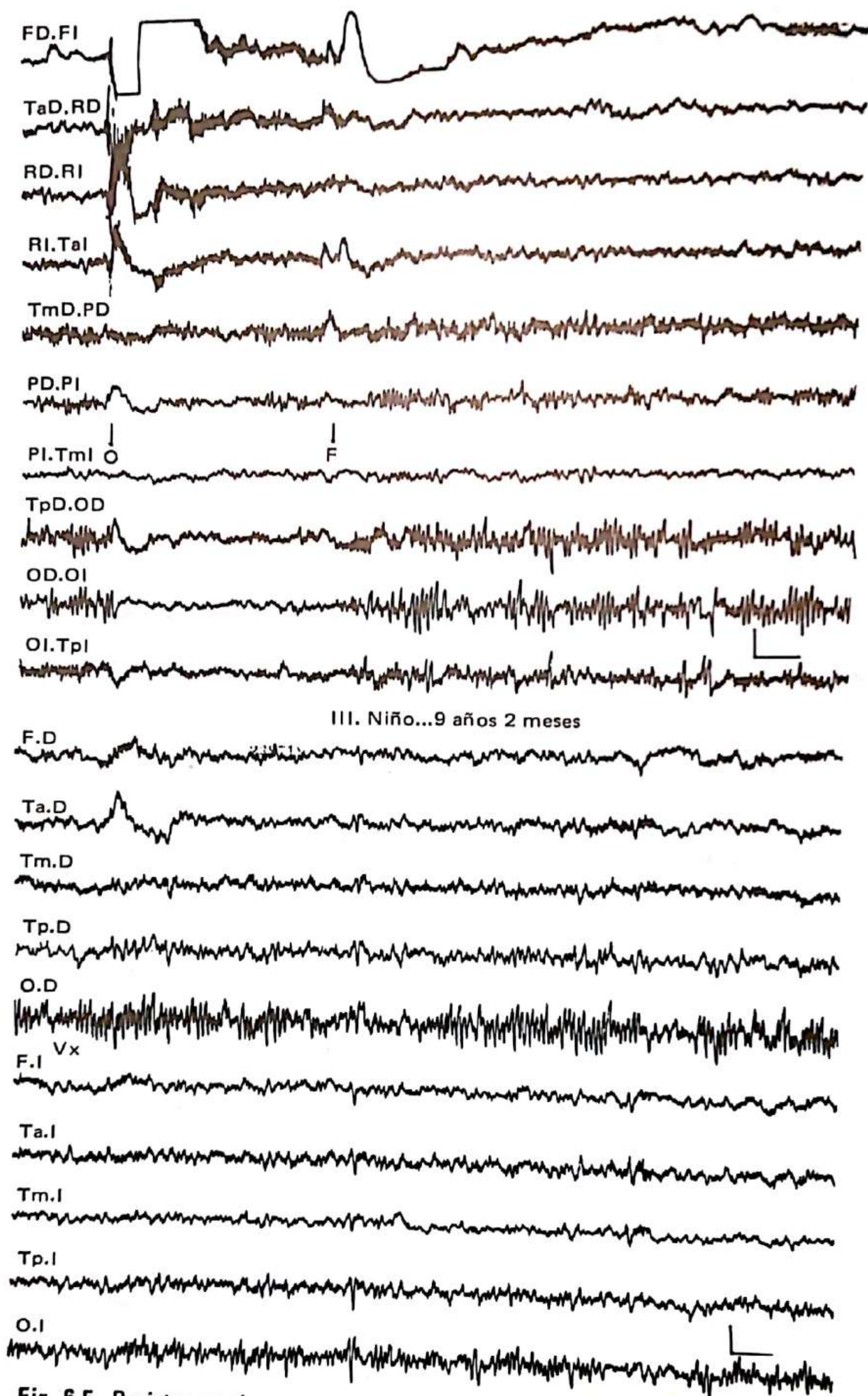


Fig. 6.5. Registro en el que se muestra un exceso de ondas lentas y una elevada difusión de las alfa hacia las regiones anteriores.

Las consideraciones anteriores se ilustran con un ejemplo: el sujeto es un niño inteligente que presenta un excelente contacto durante el primer examen, aunque se encuentra un poco inestable y ligeramente ansioso. El EEG no muestra en ese momento nada particular (fig. 6.3). Un año después, habiendo sido sometido el niño a un ambiente que lo indujo a un estado de pánico prolongado, el registro muestra un foco de espigas temporales derechas (fig. 6.4). Este foco desapareció después de que la situación traumática fue modificada. El registro sólo conservó un exceso de ondas lentas y una difusión incrementada de las alfas hacia las regiones anteriores (fig. 6.5).

Tales casos proporcionan una verificación cuasiexperimental de las relaciones que existen entre el medio ambiente social y las funciones cerebrales durante la ontogénesis.

No obstante, a partir de los datos que hemos presentado se puede concluir que la relación entre los factores ambientales y la ontogénesis de la actividad eléctrica cerebral debe ser estudiada solamente si se descartan suposiciones muy simples: si existe una relación, no es ni unilateral ni inmediata. No hay contradicción, sino más bien una complementación entre el carácter estable y autónomo de la actividad eléctrica cerebral, lo que prueba que los estados de equilibrio de las estructuras biológicas se suceden uno al otro durante la ontogénesis, y el hecho de que las estructuras pueden ser modificadas o deterioradas por el efecto del medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

Barnard, K E. *The effect of stimulation on the duration and amount of sleep and wakefulness in the premature infant.* Univ. Washington Thesis (health sc. Hum. development), 1972, pág. 104.

Bernstein, P., Emde, R., Campos, J. REM sleep in four-month infants under home and laboratory conditions. *Psychosom. med.*, 1973, *35*, 322-329.

Bert, J., Collomb, D. Diversité de l'electro-encephalogramme des primates cynomorphes. *EEG Clin. Neurophysiol.*, 1964, *17*, 545-556.

Bert, J., Pegram, V. Sleep and environment. *Medical Primatology*, 1972, 244-249.

Bloch, V. Discussion du rapport de C. B. HINDLEY. En la obra *Milieu et Développement*, París, P. U. F., 53-61.

Canguilhem, G. Le vivant et son milieu. *La connaissance de la vie*, París, Vrin, 2a. ed., 1967, 129-154.

Covello-Harrison, A. y Lairy, G. C. Problèmes d'interprétation de l'EEG en neuro-psychiatrie infantile. Conséquences sur la conduite thérapeutique. *Rev. d'EEG et de Neurophysiol. clin.*, París, Masson, 1974, *4*, 141-162.

Dreyfus-Brisac, C. Ontogenesis of sleep in human prematures after 32 weeks of conceptional age. *Developmental Psychobiology*, 1970, *3*, 91-121.

Engel, R. Abnormal brain wave patterns in kwashiorkor. *EEG Clin. Neurophysiol.*, 1956, *8*, 489.

Gottlieb, G. Ontogenesis of sensory function in birds and mammals, in *The psychobiology of development.* En la obra de E. Tobach, L. R. Aronson y E. Shaw (dirs.). Acad. Pr., 1971, 67-128.

Gyllensten, L. Postnatal development of the visual cortex in darkness (mice). *Acta Morpho. Neer-Scand.*, 1959, *2*, 331-345.

Lairy, G. C.; Netchine, S. y Neyraut, M. T. L'enfant déficient visuel. *La Psychiatrie de l'Enfant,* 1962, 357-439.

Lezine, I. Influence du milieu sur le jeune enfant, in *Milieu et Développement,* París, P. U. F., 1972, 259-311.

McGinty, D. J. Encephalization and the neural control of sleep. En la obra *Brain development and behavior* de M. B. Sterman, D. J. McGinty y A. M. Adinolfi (dirs.). Acad. Pr., 1971, 335-357.

Michaelis, R.; Parmelee, A. H.; Stern y Haber A. Activity states in premature and term infants, *Developmental Psychobiology,* 1973, *5.*

Nelson, G. K. The electroencephalogram in kwashiorkor. *EEG clin. Neurophysiol.* 1959, *11,* 73.

Netchine, G. y Netchine, S. Hérédité, milieu: les termes du débat. *Raison présente,* 1973, 29-53.

Netchine, S. Dysharmonies transitoires au cours du developpement. *Psycho. Française,* 1965, *10,* 63-69.

Netchine, S. *L'activité electrique cérébrale chez l'enfant normal de 6 à 10 ans,* París, P. U. F., 1969, pág. 246.

Netchine, S. Maturation de l'electro-encéphalogramme et développement psychologique. *Rev. Neuropsychiatr. inf.*, 1968, *16,* 249-256.

Pampiglione, G. Brain development and the EEG of normal children of various ethnical groups. *Brit. Med. J.*, 1965, *2,* 573-575.

Platt, B. S.; Pampiglione, G. y Stewart, R. J. C. Experimental proteincalorie deficiency, clinical, electro-encephalographic and neuropathological changes in pig. *Develop. Med. Child Neurol.*, 1965, *7,* 9-26.

Rosenzweig, M. R. Effects of environment on development of brain and of behavior, in *The psychobiology of development* En la obra de E. Tobach; L. R. Aronson y E. Shaw (dirs.). Acad. Pr., 1971, 303-342.

Sander, L. W.; Julia, H. L.; Stechler, G. y Burns, P. Continuous 24-hour monitoring in infants reared in two caretaking environment *Psychosom. Med.*, 1972, *34,* 270-282.

Tagney, J. Sleep patterns related to rearing rats in enriched and impoverished environments. *Brain Res.*, 1973, *53,* 353-362.

Vital-Durand, F. y Michel, F. Effets de la désafferentation périphérique sur le cicle veille-sommeil chez le chat. *Arch. it. de Biologie,* 1971, *109,* 166-188.

Wallon, H. Les milieux, les groupes et la psychogenèse de l'enfant. *Cah. internat. Socio.* 1954, rééd. En la obra *Enfance,* 1973, 287-296 (edición especial, H. Wallon).

Zazzo, R. *Les jumeaux, le couple et la personne. I. L'individuation somatique.* París, 1960, pág. 273.

7



El control discriminativo de los ritmos corticales

El estudio del condicionamiento operante de los ritmos corticales se ha centrado en la demostración de que la actividad cerebral puede sujetarse a control. En este capítulo se analizan otras variables, como son: la función de los estímulos discriminativos y de los estímulos delta, el castigo, etcétera.

Por otra parte, este trabajo constituye el primer intento, del que tenemos noticia, por organizar la actividad de zonas de la corteza cerebral, estableciendo secuencias en las actividades específicas para las distintas áreas.

Jorge Luzoro
Universidad Católica de Chile

Víctor Manuel Alcaraz
Universidad Nacional Autónoma de México

INTRODUCCIÓN

Recientemente, a través de un sin número de publicaciones se ha demostrado la posibilidad de controlar, mediante técnicas operantes, el ritmo alfa parieto-occipital. (Ver las revisiones de Barber y col. 1970, 1971.) Berger fue el primer investigador que describió este ritmo, el cual aparece cuando el sujeto se halla relajado, o bien cuando no se encuentra sometido a ninguna estimulación visual.

Su frecuencia va de 8 a 12 Hz y el voltaje que presenta va de 20 μv a 50 μv aproximadamente. En los niños llega a alcanzar voltajes más altos; es decir, un promedio entre 75 y 100 μv.

Cuando el ritmo recibe estímulos luminosos, se interrumpe o se bloquea; se ha denominado a esa reacción atenuación del ritmo alfa, en virtud de que, si se analiza el espectro de frecuencias, se observa que el ritmo no desaparece con los estímulos visuales, sino que simplemente pierde su predominio (Delay y Verdeaux, 1969). Otra clase de estímulos como: auditivos, táctiles, gustativos, olfativos o incluso problemas de tipo intelectual producen la atenuación del ritmo (Kreitman y Shaw, 1965). Parece que en estos casos, la actividad alfa se altera dentro del patrón general de respuestas del reflejo de orientación (Sokolov, 1963). En general, dicho reflejo produce desincronizaciones electroencefalográficas en todas las áreas de la corteza cerebral; sin embargo, esas desincronizaciones tienden a desaparecer si el estímulo se repite. Lo mismo ocurre con el ritmo alfa

de las regiones posteriores de la corteza, salvo con la estimulación luminosa, la cual cada vez que se presenta origina la atenuación del ritmo. Por todas estas circunstancias, se dice que el alfa occipital es especialmente reactivo a la estimulación luminosa.

Los estudios que se han hecho acerca del condicionamiento de la actividad alfa han tomado en cuenta lo anterior; de hecho, un primer trabajo sobre condicionamiento clásico, que se debe a Jaspers y Shagass (1941), utilizó la estimulación luminosa para producir bloqueos incondicionados. Mullholland (1969) al suponer que el estado del sistema oculomotor se relaciona con la frecuencia del ritmo, también aprovecha la especial reactividad del mismo, en este caso utilizando una metodología especial en la que se emplean técnicas de retroalimentación, las cuales le permiten descubrir que no es en realidad la simple estimulación visual la que produce el bloqueo, sino más bien las fijaciones del sistema oculomotor que implican una coordinación entre respuestas de fijación ocular y acomodación del cristalino (Mullholland y Peper, 1971).

Las técnicas de retroalimentación, que evidentemente no son otra cosa que procedimientos de condicionamiento operante (Kamiya, 1961), nos permiten profundizar con mayor medida en aquellos procesos que de otra manera resultarían difíciles de estudiar. Por otra parte, los métodos operantes al propiciar la fijación de estados estables dan oportunidad para que se realicen análisis más detallados con respecto a los efectos de la estimulación en el sistema nervioso.

Por esas razones llevamos a cabo un estudio en el que se intentaron observar las consecuencias que tienen algunos de los procedimientos del condicionamiento operante sobre la actividad cortical. Nos indujo a ese trabajo el hecho de que la mayor parte de las publicaciones que tratan este tema se concretan a demostrar el incremento en la actividad alfa occipital, debido al manejo de consecuencias reforzantes (Nowlis y Kamiya, 1970). Es conveniente, entonces, iniciar investigaciones que consideren el control de estímulos, los efectos del castigo o las posibilidades de asociación que puedan existir entre las distintas regiones del cerebro.

MÉTODO

Sujetos. Se utilizaron como sujetos experimentales cinco estudiantes de pregrado en psicología, con edades entre 20 y 24 años, y un sujeto de 30 años, traductor de profesión (sujeto núm. 6). Ninguno de los seis sujetos tenía información sobre el experimento ya que la explicación que recibieron fue la contenida en las instrucciones

específicas para cada fase del procedimiento. Los sujetos 1, 2 y 3 fueron utilizados en una etapa exploratoria. Los datos que aquí se presentan corresponden a los sujetos 4, 5 y 6. A los seis sujetos se les describió el equipo como un instrumento construido específicamente para registrar la actividad eléctrica de la corteza cerebral. Fue necesario aclararles que el equipo solamente registraba, pues cuatro de los seis sujetos expresaron temores de recibir descargas eléctricas o sufrir alteraciones "mentales".

Aparatos. El registro se tomaba con los sujetos instalados dentro de una cámara aislada eléctricamente (cámara de Faraday), con un electroencefalógrafo (EEG) Alvar Reega X de diez canales. Se utilizaron electrodos tipo Gray-Walter. La cámara de Faraday estaba iluminada por un foco de 40 watts, cuya señal era recibida por una célula fotoeléctrica conectada a un canal del EEG. Como emisor de sonidos se utilizó un fotoaudioestimulador Soneclat, cuya señal también era registrada en un canal del EEG. A la cadena de amplificadores del EEG se conectó, ocasionalmente, un osciloscopio Tektronix 513.

Procedimiento. Los sujetos eran conducidos diariamente a la cámara de Faraday luego de colocar los electrodos sobre su cuero cabelludo, que previamente era frotado con alcohol. Las localizaciones que se emplearon fueron las designadas C_1 y C_2 en el sistema internacional 10-20 de Jaspers.

Línea Base I. Se realizaron dos registros de línea base, de cinco minutos cada uno. Las instrucciones fueron las siguientes: "voy a tratar de registrar la actividad eléctrica de su corteza cerebral, puede hacer lo que usted desee, excepto aquello que causaría el desprendimiento de los electrodos".

Fase de moldeamiento de la respuesta 1 (R_1). En la tercera sesión experimental se pidió a los sujetos que escogieran, de entre las posibilidades del fotoaudioestimulador, un sonido que les resultara agradable. Esta vez las instrucciones fueron las siguientes: "debe usted tratar de obtener el máximo de sonidos posibles". Previamente se había concertado que la acumulación de un número significativo de sonidos era canjeable por un cursillo sobre el experimento y/o créditos académicos. En otras palabras, se le asignó a los sonidos el papel de reforzadores sobre la posterior conducta de los individuos.

Se definió R_1 como una actividad de entre 25 y 50 μv que se desarrolla en las zonas occipitales, dentro de un rango de frecuencias entre 10 y 12 Hz; o sea, un ritmo comprendido en la banda alfa. El sonido se empezó a aplicar simultáneamente a la aparición de la actividad eléctrica, que en este caso se aproximaba a la definición

de R_1. Así, por ejemplo, el sonido se aplicaba a muestras de actividad que aparecieron como oscilaciones transitorias que, de mantenerse durante un segundo, hubiesen presentado 10 o 12 ciclos. Paulatinamente se fue elevando la exigencia hasta reforzar sólo aquellas actividades que cumplían con el requisito impuesto en la definición de R_1.

El registro dedicado al moldeamiento de R_1 duró aproximadamente entre 15 y 20 minutos en cada sujeto. Al final de este tiempo fue posible observar consistentemente la aparición de R_1.

Fase reforzamiento I. Una vez instalada la respuesta se hicieron dos registros de aproximadamente cinco minutos cada uno, por sujeto experimental. Las instrucciones fueron las siguientes: "trate usted de obtener el máximo de sonidos posibles". La intención fue aplicar un programa de reforzamiento de razón fija 1 (RF_1) aunque como se apreciará más adelante, esto no fue completamente posible.

Castigo. Al día siguiente del segundo registro de la fase de reforzamiento I, se le pidió al sujeto cuatro que escogiera el sonido que le resultara más desagradable entre las posibilidades que presentaba el fotoaudioestimulador. Las instrucciones fueron las siguientes: "trate de obtener el máximo de los primeros sonidos, y de evitar los nuevos". Durante un minuto se reforzó R_1, tal como se hacía en los registros de reforzamiento; a partir del segundo minuto se aplicó el sonido "desagradable" contingente a R_1. Se siguió este procedimiento hasta completar cinco minutos.

Extinción. Ese mismo día, se condujo al sujeto experimental número cinco a la cámara, sin variar las instrucciones. Durante el primer minuto se reforzó R_1; a partir del segundo minuto se discontinuó el reforzamiento hasta completar un periodo de cinco minutos.

Fase del reforzamiento II. Se siguió el mismo procedimiento que en la fase del reforzamiento I.

Línea base II. Los pasos fueron los mismos que en la línea base I.

Control discriminativo. Después de los dos registros de la fase de reforzamiento I, se establecieron en el sujeto seis condiciones discriminativas en las cuales, a la luz de la cámara de Faraday, se le hizo cumplir funciones de estímulo discriminativo (ED); es decir, el reforzamiento se empleaba sólo si dicho estímulo estaba presente. El oscurecimiento de la cámara funcionó entonces como E Δ; o sea, se presentó una situación en la cual nunca se proporcionaba reforzamiento. Veinticinco pares de condiciones $S^D - S^\Delta$, de cuarenta segundos cada una, se impusieron al sujeto. Las instrucciones fueron las mismas que para los registros de la fase de reforzamiento. Los

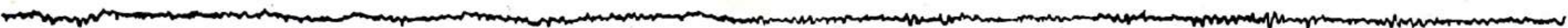




Fig. 7.1. Moldeamiento de la actividad alfa occipital. El reforzamiento se entrega a apariciones esporádicas de la actividad alfa. Canal 1: EEG alfa occipital. Canal 2: artefacto que indica la entrega del reforzamiento.

veinticinco pares $S^D - S^A$ se realizaron distribuyéndolos en tres sesiones experimentales de cinco minutos cada una.

Encadenamiento. Moldeamiento de una segunda respuesta (R^2). Utilizando como estímulo reforzador condicionado el encendido de la luz interna de la cámara de Faraday, se moldeó una segunda respuesta. Se empleó un procedimiento de aproximaciones sucesivas semejante al utilizado con R_1. Esta segunda respuesta (R_2) se definió como una actividad entre 8 y 10 Hz, con un voltaje de entre 20 y 50 μv, localizada en las zonas centrales del cerebro. Para registrarla se colocaron electrodos en los puntos C_3 y C_4, según el sistema internacional 10-20 de Jaspers.

El ritmo de estas regiones fue bautizado por Gastaut (1952) como ritmo en arcadas o ritmo μ. Se diferencia del alfa por su localización topográfica y por su reactividad. Mientras alfa se atenúa al cerrar los ojos, el ritmo μ lo hace solamente ante la estimulación propioceptiva, como por ejemplo la derivada del cierre de los puños.

Cabe en este momento señalar que el encendido de la luz de la cámara de Faraday adquirió el valor de reforzador condicionado por su asociación con el estímulo reforzante, el cual se empleaba para incrementar la frecuencia de R_1. Sobre esa base, se supuso que podría servir para reforzar R_2.

RESULTADOS

En la fase de línea base I se encontró una actividad desincronizada de bajo voltaje y persistente a todo lo largo del registro. La respuesta fue instalada de manera progresiva durante la fase de moldeamiento en la que se vio cómo la entrega del sonido contingente, con la aparición de ondas transitorias comprendidas en la banda de alfa, fue poco a poco incrementando su número hasta que estas ondas ocuparon la mayor parte del registro.

La construcción de un registro acumulado a partir del registro electroencefalográfico permite presentar mejor los resultados. De esta manera se observa que, en general, en las dos sesiones de la primera fase de línea base no se llegan a contar más de 30 respuestas por sesión.

Durante los dos primeros minutos casi no hubo muestras de alfa; sin embargo la segunda parte de cada sesión presenta brotes dispersos de dicha actividad, esta vez en forma aleatoria. No se observaron tendencias a que alfa aumentara en la segunda sesión. Por ejemplo, mientras el sujeto cuatro dió la misma cantidad de respuestas en la

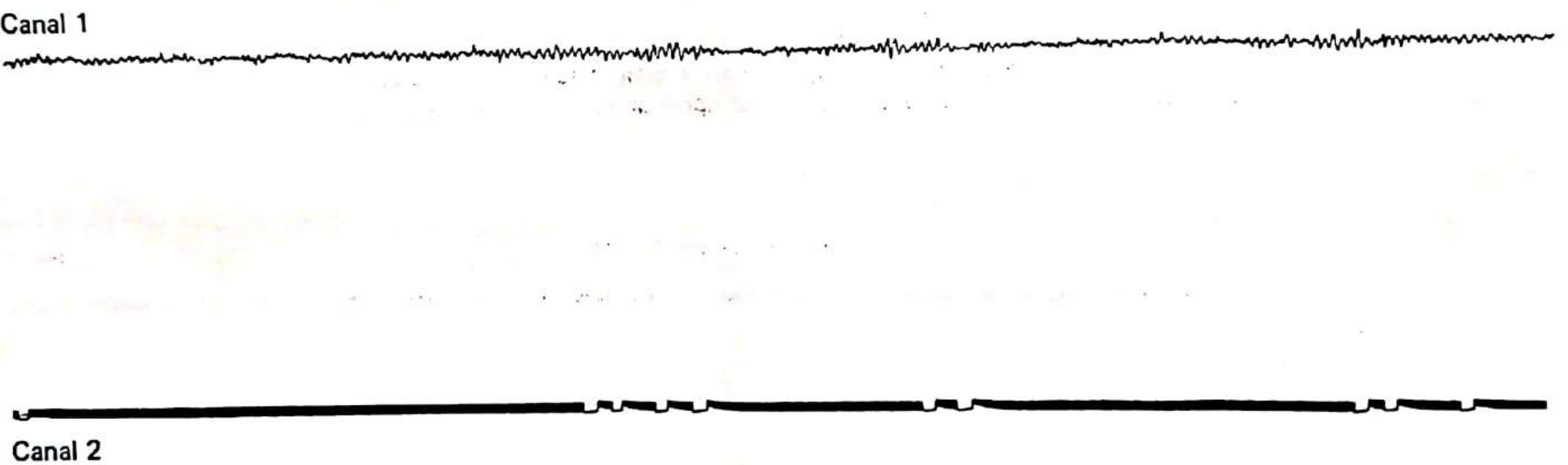


Fig. 7.2. Incremento de la actividad alfa ocasionada por el reforzamiento que se da a sus apariciones. Derivaciones como en la figura anterior.

Canal 1





Canal 2

Instalación de la respuesta

Fig. 7.3. Respuesta alfa instalada mediante un procedimiento de reforzamiento dado a sus apariciones. Puede verse cómo la morfología de las ondas es más clara. Derivaciones como en las figuras precedentes.

primera y segunda sesiones, el sujeto cinco las disminuye solamente en la segunda sesión.

En las dos fases de reforzamiento se comprobó una tendencia a incrementar el alfa. Es el sujeto cuatro quien muestra el fenómeno en forma más notable, pues llega a dar en la segunda sesión de la fase de reforzamiento, alrededor de 40 respuestas por minuto. En este sujeto, durante la primera sesión de reforzamiento, se acumularon tan sólo unas 15 respuestas por minuto; de ahí que podamos decir que se duplicó el número de respuestas de una sesión a otra.

El sujeto cinco presentó también una tendencia a aumentar su número de respuestas entre la primera y la segunda sesión, como puede verse en los registros acumulados correspondientes, en los que igualmente se constata que para la última sesión el número de respuestas se multiplica por dos. El sujeto seis no presenta este fenómeno, en él la respuesta alfa empieza a aparecer bruscamente a partir del primer minuto de encontrarse sometido en la cámara experimental, a las contingencias de reforzamiento. La tasa de respuestas que alcanza de ahí en adelante es de 20 a 30 respuestas por minuto.

Es interesante destacar que además se observó en todos los sujetos una diferencia, con respecto a sus respuestas, entre las dos sesiones de la primera fase de reforzamiento. En la primera sesión la respuesta no surge, sino hasta después del primer minuto. En la segunda sesión alfa se presenta desde que se inicia el experimento.

El programa de reforzamientos que se pretendió imponer fue, como ya se dijo, de razón fija 1; pero en virtud de no haber contado con equipo automatizado esto no fue posible. Hubo momentos en los que la respuesta no se reforzó. Una proporción promedio de reforzamientos fue de nueve reforzadores por ocho respuestas, debido a que en ocasiones una misma respuesta recibió dos reforzamientos.

La respuesta se interrumpió bruscamente y casi dejó de aparecer cuando se sometió a castigo. La tasa de R era de 35 por minuto antes del primer tono aversivo. La entrega del reforzador negativo bajó la tasa a tres respuestas por cuatro minutos; o sea, en total sólo se castigaron cuatro respuestas durante los cinco minutos que abarcó esta fase.

Cuando en las condiciones de extinción se retira el reforzamiento, en el primer minuto aparece un ligero aumento en la tasa de R, y alfa sigue apareciendo en las mismas condiciones durante dos minutos más; hacia el cuarto minuto disminuye a una respuesta por minuto, y esta tasa se mantiene durante el minuto final de la sesión. La reinstalación de las contingencias originales en la segunda fase de reforzamiento da lugar a que la respuesta vuelva a presentarse con frecuencias semejantes a las de la primera fase.

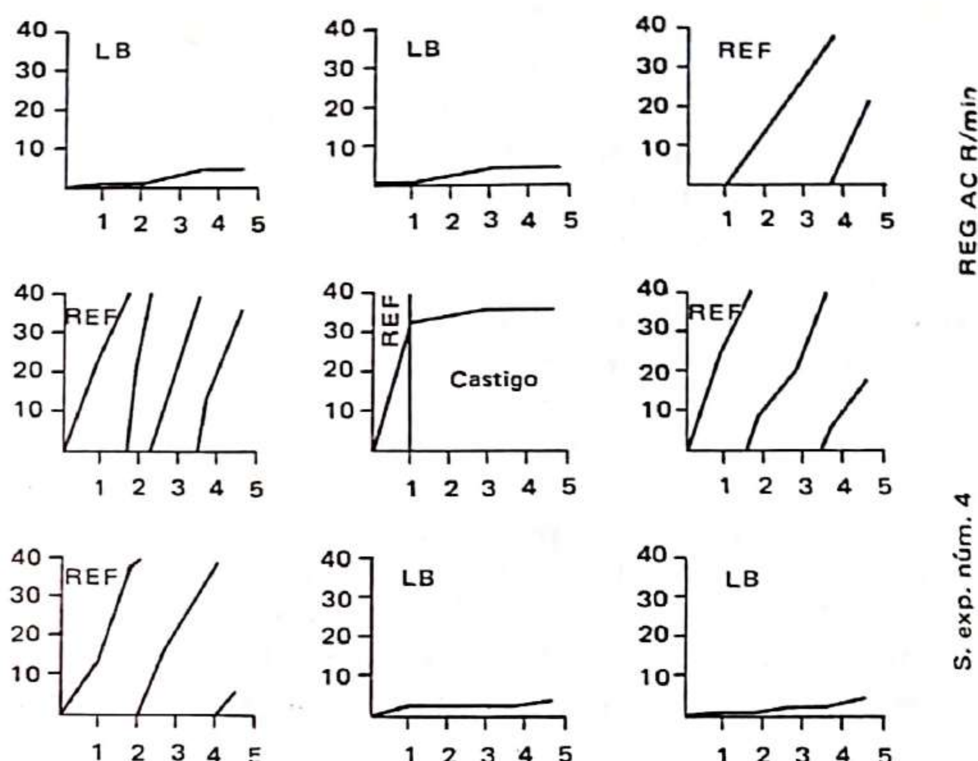


Fig. 7.4. Registros acumulados reconstruidos de la frecuencia de aparición de la respuesta alfa occipital en tres condiciones: línea base, reforzamiento y castigo. Nótese cómo durante la línea base casi no aparecen respuestas alfa; asimismo, véase cómo el reforzamiento las incrementa y el castigo las suprime. En las ordenadas aparece el número de respuestas acumuladas, en tanto que las abscisas se presenta el número de minutos.

El restablecimiento de la situación de línea base, caracterizada por el hecho de que no se les pide a los sujetos que procuren obtener reforzamientos, da lugar a que alfa aparezca solamente de manera esporádica.

En cuanto a la imposición de un control discriminativo a los ritmos corticales, se observó que si bien el primer oscurecimiento de la cámara experimental determinó una baja en las respuestas, en los oscurecimientos sucesivos alfa siguió presentándose. No fue sino hasta la décima ocasión, cuando se oscureció la cámara y no se proporcionó reforzamiento a la respuesta, que esta quedó bajo control de estímulos. A partir de ese momento, la aparición del ED originó inmediatamente brotes sostenidos de alfa, mientras que la presentación del EΔ produjo la supresión de la respuesta.

Cadena de respuesta ritmo μ —ritmo alfa. El registro de línea base de la actividad μ o de Rolando, permitió observar que este ritmo no

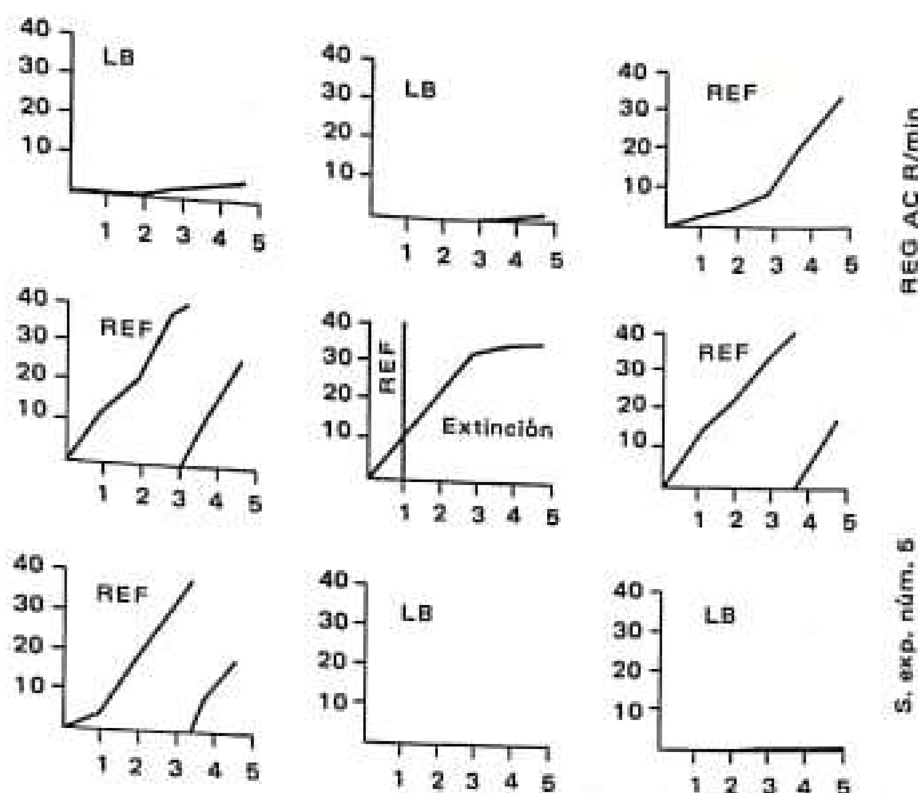


Fig. 7.5. Registros acumulados reconstruidos de la frecuencia de aparición de la respuesta alfa occipital en tres condiciones: línea base, reforzamiento y extinción. Durante la línea base hay una reducida aparición de respuestas alfa; el reforzamiento las incrementa y la extinción propicia que desaparezcan. En las ordenadas aparece el número de respuestas acumuladas, y en las abscisas el número de minutos.

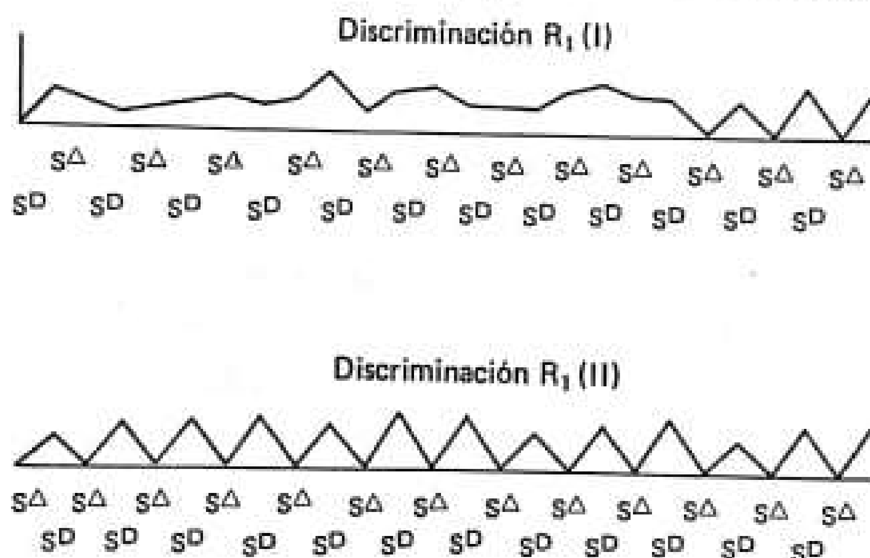


Fig. 7.6. Establecimiento de una respuesta alfa discriminada. Resulta claro el progresivo control ejercido por los estímulos discriminativo y delta, los cuales al término de la sesión II aumentan y disminuyen respectivamente la probabilidad de aparición de dicha respuesta. En las ordenadas se presentan las respuestas acumuladas, y en las abscisas las condiciones con S^D y con S^Δ.

apareció durante los cinco minutos que duraba la sesión. Mientras se efectuaba el moldeamiento de la respuesta, utilizando como reforzador el encendido de la luz de la cámara de Faraday, se observó la instalación progresiva del ritmo de Rolando y siguiéndolo, por el hecho de que su reforzador era a la vez estímulo discriminativo de la respuesta alfa, la presentación de esta última actividad.

El encendido de la luz de la cámara incrementaba la actividad μ, con aproximadamente 16 respuestas por minuto. El reforzador que se empleaba con la respuesta 1, o sea la presentación del tono, daba lugar a que el ritmo alfa apareciera también en una proporción de alrededor de 16 respuestas por minuto. Esto quiere decir que ambos estímulos reforzantes controlaban en igual medida sus respectivas respuestas. Con la luz apagada aparecían 16 respuestas μ por minuto, como ya se señaló, y respuestas alfa en una proporción de dos por minuto. Con el tono sonando, las respuestas alfa se daban en la proporción ya mencionada de 16 por minuto, y las respuestas μ con un promedio de 10 por minuto.

En otras palabras, se veía que una y otra respuestas llegaban a correr en forma paralela en ambas condiciones de estímulo. Sin embargo, la aparición de μ superaba a la de alfa en las dos situaciones. Uno de nosotros (Luzoro) llama a este efecto de arrastre, porque parece que el surgimiento de un ritmo trae consigo la aparición del otro.

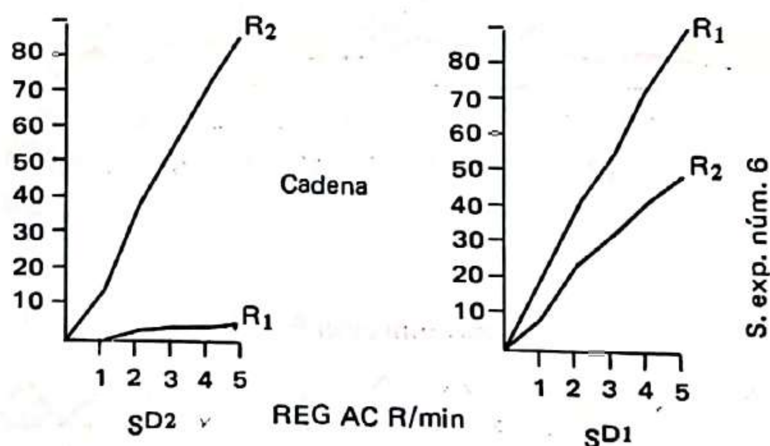


Fig. 7.7. Registros acumulados reconstruidos de las respuestas alfa (R_1) y μ (R_2) bajo dos condiciones: una (S^{D1}) en la que está presente el estímulo discriminativo que controla al alfa y otra (S^{D2}) en la que se presenta el estímulo que controla al ritmo μ. Puede verse el control ejercido por ambos estímulos sobre sus respectivas respuestas y el efecto de arrastre que ejerce R_1 sobre R_2, o sea que la aparición de R_1 trae consigo la de R_2. En las ordenadas se muestra el número de respuestas acumuladas, y en las abscisas, el tiempo en minutos.

DISCUSIÓN

Parece ser que las manipulaciones experimentales llevadas a cabo demostraron la existencia de un control operante sobre la actividad cortical. El ritmo alfa se incrementó como consecuencia del reforzamiento; lo mismo sucedió con el ritmo μ. La tasa de respuesta se hizo mayor y constante gracias a la entrega del estímulo sonoro para un caso y de la luz para el otro.

Es cierto, las líneas base fueron de muy breve duración; sin embargo, en la mayor parte de los estudios sobre condicionamiento de ritmos corticales (Kamiya, 1968, 1971), también se han utilizado periodos breves, en razón de que mediante métodos bidireccionales (Black, 1973) se puede demostrar el control. Es decir, el sujeto aprende a responder frente a un estímulo con un ritmo, el alfa occipital, y con un ritmo distinto: el beta, cuando se le presenta un estímulo diferente.

El control discriminativo que se estableció es una prueba más de que la respuesta estuvo claramente bajo control operante y que el simple paso del tiempo no fue la variable principal en el incremento de alfa.

La susceptibilidad al castigo de la respuesta alfa es asimismo una constatación de su carácter operante.

La rápida supresión de la actividad previamente reforzada indica que sus apariciones no llegan a constituir ritmos intrínsecos inmodificables a causa de las contingencias ambientales.

El fenómeno de extinción, por su parte, apunta al mismo tipo de conclusiones que hemos venido manejando en este análisis de los resultados. Cabe, sin embargo, hacer ciertas reservas. La curva no muestra las oscilaciones típicas de la extinción; es obvio, la sesión experimental fue demasiado breve o impidió seguir en el tiempo las variaciones en la respuesta. Los datos de un periodo tan limitado nos impiden saber a ciencia cierta cuáles son las verdaderas tendencias.

Habría que realizar nuevas investigaciones para hacer un análisis del comportamiento de los ritmos corticales bajo extinción. A través de algunos textos que analizan este tema (Dentsch, 1960, Milner, 1970), tenemos noticia de que las curvas de extinción en el condicionamiento de la actividad del sistema nervioso central no se equiparan a las encontradas con respuestas glandulares o músculoesqueléticas. En el sistema nervioso la respuesta deja de aparecer cuando se suprime el reforzamiento; parece ser que esto se debe sobre todo a los parámetros temporales utilizados en esta clase de experimentos. La

investigación sobre extinción debería pues orientarse hacia ese aspecto.

La cadena de respuestas establecidas nos indica que es factible la organización de la actividad cortical a través del reforzamiento. No sabemos si factores exteroceptivos o de la misma dinámica nerviosa, sean los que se hallen en la raíz del fenómeno de arrastre.

En todo caso, es claro que con la luz encendida no sólo se señaló la condición en la que las respuestas alfa fueron reforzadas, sino que también se dio reforzamiento al ritmo μ. Por el contrario, con luz apagada se presentaba una situación en la que se había especificado la falta de estímulos reforzantes para la actividad alfa. A pesar de esto, hubo una ligera tendencia por parte de dicho ritmo a aparecer aún en esas circuntancias.

Es posible que el conjunto de estimulaciones propio e interoceptivas que se relacionan con la aparición del ritmo de Rolando se hayan convertido en estímulos evocadores de alfa. Como fundamento de lo anterior es suficiente recordar que el ritmo de Rolando es reactivo ante estimulaciones de tipo propioceptivo.

En fin, los datos que se recogieron en el presente experimento abren nuevos caminos para el estudio de un fenómeno que hasta la fecha sigue siendo motivo de polémica (Lynch y Paskewitz, 1971, Beatty, 1972, Travis, y col. 1974). Quisiéramos sólo señalar que para hacer más clara la demostración del control operante, establecimos situaciones estimulativas que en principio se oponen a la evocación de uno de los ritmos que reforzamos, el alfa occipital. De esta manera, el uso de una luz como estímulo discriminativo debería haber bloqueado el ritmo. El hecho de que la iluminación de la cámara se convirtiera en todos los sujetos en una condición evocadora del ritmo alfa, es otro elemento que nos induce a aceptar que llevamos a cabo un genuino condicionamiento.

BIBLIOGRAFÍA

Barber, T. y otros (dirs.). *Biofeedback and self control,* Aldine Atherton, Chicago, 1971.

Beatty, J., "Similar effects of feedback signals and instructional information on EEG activity" en *Physiology and behavior,* 1972, *9,* 151-154.

Barger, H. "On the electroencephalogram of man" en *Electroencephalography and clinical Neurophysiology,* 1969, supl. 28.

Black, A. H. "The operant conditioning of central nervous system electrical activity". En Shapiro y otros (dirs.). *Biofeedback and self control,* Chicago. Aldine. 1973, 96-142.

Delay, J. y Verdeaux, G., *Electroencephalographie clinique,* París. Masson et Cie. 1969.

Deutsch, J. *"The structural basis of bahavior"*, Chicago. University of Chicago Press. 1960.

Gastaut, H. Terzian, H. y Gastaut, G., "Etude d'une activité EEG méconnue: le rithme rolandique en arceau" en *Marseille Medical*, 1952, *89*, 296-310.

Jaspers, H. y Shagass, C. "Conditioning the occipital alpha rhythm in man" en *Journal of Experimental Psychology*, 1941, *28*, 373-388.

Kamiya, J. "Conscious control of brain waves" en *Psychology Today*, 1968, *1*, 57-60.

Kamiya, J. "Operant control of the EEG alpha rhythm and some of its reported effects on consciousness". En Barber, T. y otros (dirs.), *Biofeedback and self-control*, Chicago. Aldine Atherton. 1971, 280-290.

Kreitman, N. y Shaw, J. C., "Experimental Enhancement of alpha activity" en *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1965, *18*, 147.

Lynch, J. y Paskeiwitz, D. A. "On the mechanisms of the feedback control of human alpha rhythm", *Journal of nervous and mental diseases*, 1971, 1953, 205-217.

Milner, P., *"Physiological Psychology"*. Nueva York. Holt Rinehart and Winston, Inc. 1970.

Mullholland, T., "The concept of attention and the electroencephalograpic alpha rhythm". En Evans, C. R. y Mullholland, T. (dirs.). Attention in neurophysiology, Londres. Butterworths. 1969, 100-127.

Mullholland, T. y Peper, E., "Occipital and accomodative vergence, pursuit tracking and fast eye movements" en *Psychophysiology*, 1971, *8*, 556-575.

Nowlis, D.P. y Kamiya, J. "The control of electroencephalographic alpha rhythms through auditory feedback and the associated mental activity", *Psychophysiology*, 1970, *6*, 476.

Sokolov, E. N., *Perception and the conditioned reflex*, Pergamon Press, Londres, 1963.

Travis, T., Kondo, C. y Knott, J. "Alpha conditioning: A controlled study" en *Journal of Nervous and Mental Disease*, 1974, 158, 163-173.

Índice alfabético

CH

D

I

J

K

L

M

Esta obra terminó de imprimirse el día 30 de marzo de 1979 en los talleres de Offset Universal, S. A., Calle Año de Juárez No. 177, Col. Granjas San Antonio, México 13, D. F.

*Se tiraron 3 000 ejemplares
más sobrantes de reposición*

C–VL, KC-100g

tales del condicionamiento. La calidad de los temas aquí presentados refleja con toda nitidez la amplia trayectoria de sus autores en el ámbito de la modificación de conducta, y garantiza la utilidad que habrá de prestar este volumen a los especialistas y los estudiosos de la ciencia del comportamiento.

OBRAS AFINES

MODIFICACIÓN DE CONDUCTA

Aplicaciones a la educación
Fred S. Keller y Emilio Ribes Iñesta

Este libro está dirigido a los estudiantes de la carrera de psicología, lo mismo que a orientadores y profesores en general. Para los normalistas será también de enorme utilidad, pues varios de los temas tratados se enfocan hacia la educación primaria y media.

MODIFICACIÓN DE CONDUCTA

Análisis de la agresión y la delincuencia
Albert Bandura y Emilio Ribes Iñesta

Este volumen reúne los trabajos presentados en el Simposio sobre Modificación de Conducta, celebrado en la ciudad de México, en 1973.
El objetivo de aquel acto fue demostrar la posibilidad de estudiar rigurosamente, bajo condiciones de laboratorio, los problemas de la violencia social, a los que se suele dar interpretaciones diversas.
En dicho simposio se hizo hincapié en el desarrollo de temas de modificación de conducta a nivel social con un carácter preventivo.

En el presente volumen
se ha logrado reunir una serie de importantes
temas desarrollados en
el ámbito de la modificación de conducta, haciendo
especial hincapié en el
condicionamiento de los sistemas internos
de respuesta. La obra resultará,
sin duda, interesante y útil para los especialistas
en la ciencia de la
conducta, quienes verán considerablemente
ampliadas las perspectivas
bajo las cuales pueden plantear sus estudios
e investigaciones.

